MINISTERUL ÎNVĂȚĂMÂNTULUI

AUREL STURZU

PAUL JOIȚA

IOAN ROMAN

CALITATEA ȘI FIABILITATEA PRODUSELOR
TEHNICA MĂSURĂRILOR DE SPECIALITATE ÎN CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

MANUAL PENTRU LICEE INDUSTRIALE, CLASELE A X-A ȘI A XI-A
ȘI ȘCOLI PROFESIONALE

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, R.A., BUCUREȘTI — 1996

Scanned with OKEN Scanner

MINISTERUL ÎNVĂȚĂMÂNTULUI

Prof. dr. ing. AUREL STURZU Dr. ing. IOAN ROMAN

Ing. PAUL JOIȚA

CALITATEA ŞI FIABILITATEA PRODUSELOR

TEHNICA MĂSURĂRILOR DE SPECIALITATE ÎN CONSTRUCȚIA DE MAŞINI

MANUAL PENTRU LICEE INDUSTRIALE, CLASELE A X-a ŞI A XI-a, ŞI ŞCOLI PROFESIONALE

EDITURA DIDACTICĂ ŞI PEDAGOGICĂ, R.A., BUCUREŞTI — 1996

Scanned with OKEN Scanner

Manualul constituie reeditarea ediției 1995, elaborată pe baza programei școlare aprobate de Ministerul Învățământului cu nr. 28 600/1989.

ISBN 973 – 30 – 4923 – 9

Contribuția autorilor:

- dr. ing. **Ioan Roman** – capitolele 1, 2 și 3;
- ing. **Paul Joița** – capitolul 4;
- prof. dr. ing. **Aurel Sturzu** – capitolele 5, 6 și 7.

Redactor: ing. POMPILIU IȘFAN, prof. gr. II
Tehnoredactor: MAGDALENA COȘEA

Coli de tipar: 6,5. B.T.:
Plan: 21504/1996. Format: 16/70×100.

Tiparul executat la Imprimeria „Oltenia"
B-dul Mareșal Ion Antonescu, 102
CRAIOVA – ROMÂNIA

Scanned with OKEN Scanner

INTRODUCERE

În cadrul politicii largi de democratizare a României, un obiectiv de importanță majoră îl constituie ridicarea nivelului tehnic şi calitativ al producției şi produselor.

În acest scop se impune perfecționarea, într-o concepție unitară, a activității de asigurare şi control a calității produselor şi serviciilor şi stabilirea măsurilor tehnico-organizatorice care trebuie luate de către producător şi beneficiar pe toate fazele de realizare a acestora, pentru respectarea întocmai a condițiilor privind calitatea, respectiv protecția consumatorilor.

Asigurarea calității produselor şi serviciilor constituie obligația fundamentală a muncitorilor, maiştrilor, tehnicienilor, inginerilor, cercetătorilor şi proiectanților, a tuturor celor care răspund nemijlocit la realizarea parametrilor tehnico-calitativi ai întregii producții, astfel încât nici un produs să nu fie livrat din societatea comercială, dacă nu întruneşte condițiile de calitate.

Prezentul manual are ca scop să definească noțiunile de calimetrie şi metrologie ca ştiință a calității, fiabilității şi tehnicii măsurării, precum şi modul de asigurare şi determinare calitativă şi cantitativă a calității şi fiabilității produselor. Ținând seama că determinările de calitate sunt efectuate de un personal special calificat în acest scop – controlorii de calitate – manualul pune accentul pe însuşirea procesului asigurării calității, ca şi pe aspectele definitorii de calitate şi fiabilitate, strâns legate de rolul executantului din producția modernă. Înțelegerea instrumentului statistic, necesar operațiilor de determinare cantitativă a calității şi fiabilității, este de mare importanță pentru ca executantul să poată stăpâni procesul tehnologic, să ridice nivelul indicatorilor de realizat şi să asigure funcționarea corectă şi eficientă a canalelor de comunicare între personalul de execuție şi personalul ingineresc de concepție, singura cale prin care obiectivele de calitate şi fiabilitate pot fi executate.

În vederea cunoaşterii tehnice a mijloacelor şi tehnicilor de măsurare şi control al produselor se recomandă ca, în funcție de specificul temelor, orele de predare să se desfăşoare în spații dotate cu mijloace de învățământ, în laboratoare de metrologie sau în secții cu puncte de control din cadrul unor societăți comerciale etc.

De asemenea, în scopul unei predări eficiente, profesorul are datoria să dezvolte şi să completeze temele din manual în funcție de meseria pentru care se pregătesc elevii.

Totodată profesorul trebuie să sublinieze, de câte ori se iveşte prilejul, că asigurarea calității produselor şi serviciilor are ca unic scop protejarea consumatorilor împotriva unor produse şi servicii necorespunzătoare calitativ.

Scanned with OKEN Scanner

1

CONCEPTUL DE CALITATE

1.1. IMPORTANȚA CALITĂȚII PRODUSELOR PENTRU DEZVOLTAREA ECONOMIEI NAȚIONALE

În procesul istoric de dezvoltare a producției de bunuri materiale, noțiunea de calitate și preocuparea de îmbunătățire a calității produselor capătă un caracter obiectiv.

Calitatea este ansamblul însușirilor esențiale ale obiectivelor și fenomenelor care fac ca acestea să fie ceea ce sunt și să se deosebească unele de altele. Calitatea produselor a fost definită sub numeroase forme, prin faze, indici, fracții, coeficienți, formule etc.,* însă toate acestea se referă, în final, la proprietățile pe care le posedă un produs, măsura în care satisface acesta necesitățile societății, avându-se în vedere: *parametrii tehnico-economici; gradul de utilizare; eficiența economică în exploatare; estetica.*

Calitatea, îmbunătățirea calității bunurilor materiale au devenit atribute esențiale ale civilizației moderne. Revoluția tehnico-științifică contemporană imprimă activității economice o desfășurare dinamică, determină progrese rapide în producție și exigență sporită față de calitatea produselor.

Calitatea produselor și serviciilor reprezintă una dintre cele mai importante forme de materializare a capacității de concepție, a disciplinei tehnologice și atitudinii față de muncă, prin care lucrătorii din economie participă la perfecționarea dotării tehnice a activității economice, creșterea productivității muncii, valorificarea eficientă a resureselor țării, satisfacerea cerințelor populației, mărirea competitivității produselor românești pe piața externă.

Muncitorii, maiștrii, tehnicienii și inginerii sunt direct interesați în ridicarea continuă a calității produselor și serviciilor, în vederea dezvoltării permanente a avuției naționale și, pe această bază, a satisfacerii în condiții superioare a cerințelor vieții materiale și spirituale a poporului nostru în general, al fiecărui consumator în special.

1.2. ROLUL CALITĂȚII ÎN ASIGURAREA COMPETITIVITĂȚII PRODUSELOR ÎN CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

Între calitatea bunurilor de consum și calitatea mijloacelor de producție există o legătură directă. Dacă cu mijloace de producție calitativ corespunzătoare parametrilor impuși se pot realiza și bunuri calitativ necorespunzătoare (ca urmare a folosirii incorecte a acestora), cu mijloace de producție incapabile să realizeze performanțele necesare (precizie de execuție, reglaj, stabilitate etc.)

*S-au identificat peste 100 definiții date calității sau noțiunii de calitate.

nu se pot obţine decât bunuri de consum necorespunzătoare nivelului calitativ impus. Deci, *calitatea mijloacelor de producţie apare ca o condiţie necesară în obţinerea unor produse corespunzătoare calitativ, însă nu şi suficientă.*

Problema calităţii produselor, a controlului calităţii, preocupă în prezent toate societăţile comerciale, deoarece *numai produsele de calitate pot satisface*, în adevăratul înţeles al cuvântului, *pe cei care le folosesc*; deci, numai produsele de calitate, pot pătrunde şi se pot menţine pe piaţă, numai produsele de calitate sunt căutate şi cumpărate.

La noi în ţară, pornindu-se de la cerinţele creşterii economiei în ansamblu şi ţinând seama de tendinţele actuale ale dezvoltării ştiinţei şi tehnicii, îmbunătăţirea calităţii produselor a fost transformată într-o problemă centrală a activităţii economice, acordându-se o atenţie majoră ridicării nivelului tehnic al societăţilor comerciale şi perfecţionării formelor de organizare a producţiei şi a muncii.

Calitatea unui produs este determinată de ansamblul proprietăţilor (caracteristicilor) sale utile, care se pot observa, încerca şi măsura sau cel puţin compara cu un etalon. Unitatea conferă produsului valoarea de întrebuinţare, în timp ce calitatea indică gradul în care proprietăţile (caracteristicile) acelui produs corespund nevoilor beneficiarului, adică măsura în care îndeplineşte un anumit serviciu sau o anumită misiune.

Produsele au, în general, însuşiri numeroase, dar numai unele dintre ele pot determina, la un moment dat, calitatea, iar acestea poartă denumirea de *caracteristici de calitate.* În standardele de stat (STAS), de ramură (STR) sunt stabilite condiţii tehnice pentru caracteristicile de calitate esenţiale ale produselor. Pentru estimarea calităţii unui produs este necesar să se verifice dacă aceste condiţii tehnice sunt îndeplinite.

1.2.1. CARACTERISTICI DE CALITATE

Caracteristicile de calitate ale produselor se împart în:

– *caracteristici atributive*, care se exprimă printr-un indice calitativ (de exemplu: suprafaţa lucioasă sau mată, suprafaţă netedă, rugoasă, cu porozităţi, membrană elastică sau rigidă etc.);

– *caracteristici cantitative*, care sunt determinate prin mărimi concrete, măsurabile (de exemplu: dimensiuni, compoziţie chimică, parametrii mecanici, electrici, fotometrici, termici etc.).

Caracteristicile de calitate au apărut ca o consecinţă a cererii univoce a beneficiarilor în aprecierea calităţii produselor, a modului în care acestea corespund destinaţiei lor. În funcţie de aceste fenomene se pot diferenţia următoarele caracteristici de calitate: caracteristici funcţionale; caracteristici psihosenzoriale; caracteristici sociale; fiabilitate şi mentenabilitate.

Caracteristicile funcţionale reprezintă suma parametrilor care se referă la utilizarea nemijlocită a unui produs; de exemplu: viteza şi puterea unui autovehicul; precizia de prelucrare a diferitelor maşini-unelte; valoarea nutritivă şi calorică a unui produs alimentar; granulaţia unor substanţe chimice.

Caracteristicile psihosenzoriale sunt acele proprietăţi ale produselor care pot fi determinate cu ajutorul simţurilor omeneşti sau a senzaţiilor produse de acestea (gust, miros, văz, auz – senzaţie de frig, cald, moale, tare).

Scanned with OKEN Scanner

Caracteristica socială reprezintă însuşirea unui produs ca în timpul utilizării sale să nu producă modificări negative asupra mediului înconjurător (poluarea apelor, a atmosferei şi biosferei, zgomote sau vibraţii puternice etc.).

Fiabilitatea este probabilitatea ca un produs, în condiţii bine determinate, să îndeplinească funcţia pentru care a fost creat, în decursul unui interval de timp (la un moment dat).

Mentenabilitatea este proprietatea unui produs de a fi menţinut în stare de funcţionare (de folosire) şi se referă la uşurinţa de întreţinere a acestuia.

Toate aceste caracteristici calitative ale produselor, pentru a fi reliefate, trebuie măsurate, comparate şi determinate. Din acest punct de vedere, caracteristicile calitative ale produselor se grupează astfel:

– *direct măsurabile* (lungimea unui ax de transmisie, grosimea tablei, masa unui utilaj, conţinutul de impurităţi dintr-o substanţă etc.);

– *indirect măsurabile* (puterea unui motor, fiabilitatea unui utilaj prin efectuarea de probe de uzură etc.);

– *comparabile obiectiv* cu o mostră etalon (gradul de alb al unei ţesături, caroiajul unui imprimat textil etc.);

– *comparabile obiectiv* cu mostra etalon (grad de acoperiri galvanice, de vopsire sau de finisare);

– *determinate organoleptic* (gust, miros);

– *numărabile* (numărul de şuruburi la un ansamblu, numărul de pilule farmaceutice dintr-un ambalaj, numărul de ţigări dintr-un pachet etc.).

1.2.2. CALITATEA OPTIMĂ A PRODUSELOR – COSTUL CALITĂŢII

În procesul de transformare a resurselor materiale şi de muncă ale societăţii în produse necesare ei, se realizează o eficienţă economică mai mult sau mai puţin ridicată, în funcţie de care se pot aplica măsurile necesare pentru ridicarea calităţii produselor.

La un preţ de achiziţie cât mai mic, clientul doreşte să obţină un produs ale cărui caracteristici funcţionale, psihosenzoriale, sociale şi de disponibilitate să-i aducă serviciul dorit în condiţiile optime, iar producătorul doreşte să realizeze aceste performanţe în cadrul unui cost cât mai redus.

Contradicţia dintre *costul unui produs*, pe de o parte, şi *nivelul calitativ*, pe de altă parte, a condus la noţiunea de *calitate optimă*, nivel calitativ care reprezintă compromisul dintre performanţele unui produs şi costul acestuia.

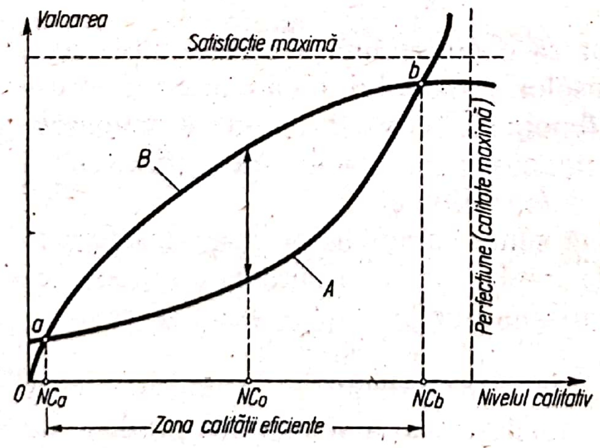


Fig. 1.1. Costul calităţii.

În diagrama din figura 1.1 este reprezentată dependenţa dintre costul produselor şi nivelul de calitate (curba *A*), valoarea de întrebuinţare sau serviciul pe care un produs îl reprezintă pentru posesorul său funcţie de nivelul calitativ (curba *B*).

De exemplu, un televizor cu nivelul calitativ zero (nu are imagine şi

Scanned with OKEN Scanner

sunet) are totuşi un cost – costul materialelor, manoperei şi amortismentului utilajelor. Crescând puţin costurile (materiale mai bune, executanţi mai calificaţi etc.) nivelul calitativ are la început o creştere importantă, iar apoi, oricât ar creşte costul, nivelul calitativ variază din ce în ce mai puţin, tinzând asimptotic spre o valoare ideală, deoarece oricât am investi într-un televizor, mai mult decât o imagine clară, sensibilitate ridicată, sunet armonios şi plăcut nu se poate obţine (curba *A*).

Valoarea de întrebuinţare, serviciul pe care îl obţine posesorul de la un televizor cu nivel calitativ nul, este zero (curba *B* porneşte chiar din origine).

Crescând nivelul calitativ, valoarea de întrebuinţare creşte brusc la început pentru ca apoi să tindă asimptotic spre o anumită valoare peste care nu se poate trece, deoarece un beneficiar nu poate pretinde de la un televizor mai mult decât imagine şi sunet.

Cele două curbe se întâlnesc în punctele *a* şi *b* corespunzând nivelului calitativ *NCa* şi *NCb*, unde costul produsului este egal cu valoarea serviciului adus de el.

Sub nivelul calitativ *NCa* şi peste nivelul calitativ *NCb* produsul este nerentabil, deoarece costul lui este mai mare decât serviciul adus. Produsul este rentabil numai între *NCa* şi *NCb*, unde costul lui este mai mic decât valoarea – serviciul adus.

Se observă că pentru un anumit nivel calitativ, *NCo*, rentabilitatea, respectiv diferenţa dintre serviciul adus şi cost, este maximă. Acesta este nivelul *calitativ optim*, avantajos pentru furnizor cât şi pentru beneficiar, deoarece pentru costuri reduse se obţin valori de întrebuinţare ridicate, în cadrul unei eficienţe maxime.

Nivelul calitativ optim se poate determina şi pornind de la costul global al produsului, care reprezintă costul de achiziţie plus costul de întreţinere în bună stare de funcţionare pe toată perioada de utilizare normată a produsului, inclusiv eventualele pagube aduse datorită indisponibilităţii (defectări frecvente, timp îndelungat pentru reparaţii etc.). Nivelul calitativ care corespunde unui cost global minim se numeşte *nivel calitativ optim*.

În diagrama din figura 1.2 este arătată variaţia costurilor unui produs în funcţie de nivelul calitativ, unde:

a – reprezintă curba de variaţie a costului produsului în funcţie de calitate;

b – curba de variaţie a costului de exploatare în funcţie de calitate;

c – curba de variaţie a costului global în funcţie de calitate.

Rezultă o zonă a nivelului calitativ pentru care costul global este minim, corespunzând nivelului calitativ optim.

După cum se observă, calitatea capătă o funcţie bine stabilită, în sensul că devine un element de optimizare economică, atât pentru producător cât şi pentru cumpărător.

Caracteristicile tehnice sunt esenţiale pentru definirea calităţii, dar sunt

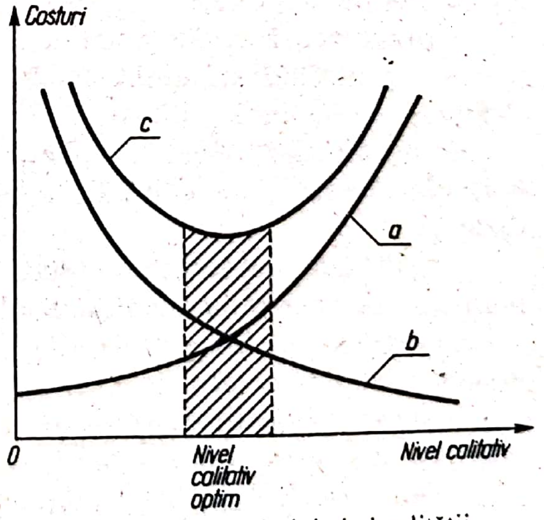


Fig. 1.2. Costul global al calităţii.

insuficiente în ceea ce priveşte asigurarea unei desfaceri rapide, cu un circuit cât mai scurt, deoarece intervin o serie de factori care, în cele din urmă, vin să întregească noţiunea de calitate.

Factori ca nivelul preţului, termenul de garanţie, gama sortimentală, ambalajul şi finisarea corespunzătoare, asistenţa tehnică acordată cumpărătorilor, rezolvarea promptă a reclamaţiilor completează noţiunea de calitate, cunoscută sub denumirea de *calitate comercială*.

1.3. REGLEMENTĂRI PRIVIND STANDARDIZAREA, METROLOGIA ŞI CALITATEA

Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate, în subordinea Guvernului României, acţionează în unităţile economice şi sociale în scopul:

– îndrumării şi coordonării Institutului Român de Standardizare;

– asigurării desfăşurării unitare a activităţii de metrologie în toate sectoarele economico-sociale;

– supravegherii calităţii produselor, serviciilor şi lucrărilor de construcţii, în scopul protejării consumatorilor.

Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate îndrumă agenţii economici în activităţile de standardizare, de metrologie şi de asigurare a calităţii produselor, lucrărilor de construcţii şi prestaţiilor de servicii, în care scop exercită următoarele atribuţii principale:

1.3.1. ÎN DOMENIUL STANDARDIZĂRII

– organizează activitatea de standardizare în economia naţională, stabileşte modul de desfăşurare a acesteia şi elaborează metodologii specifice acestei activităţi;

– întocmeşte programele anuale şi de perspectivă de elaborare a standardelor, pe baza propunerilor unităţilor economico-sociale şi ministerelor;

– expertizează şi aprobă standardele de stat din toate domeniile de activitate ale economiei naţionale;

– organizează evidenţa naţională a standardelor de stat şi de ramură;

– organizează şi administrează colecţia naţională de standarde româneşti, străine şi norme internaţionale;

– informează operativ agenţii economici asupra standardelor străine şi normelor internaţionale intrate în biblioteca Institutului Român de Standardizare;

– editează standardele de stat, indicatorul anual al standardelor de stat şi publicaţii de specialitate în domeniul standardizării;

– organizează pregătirea şi perfecţionarea personalului de specialitate în domeniul standardizării;

– întreţine relaţii de colaborare cu organele naţionale de standardizare din alte ţări, face schimb de standarde şi publicaţii de specialitate;

– reprezintă România în organizaţiile internaţionale şi regionale de standardizare şi participă la activitatea acestora.

Scanned with OKEN Scanner

1.3.2. ÎN DOMENIUL METROLOGIEI

– coordonează activitatea de metrologie, pentru asigurarea efectuării în mod unitar a măsurărilor cu unități de măsură și mijloace de măsurare legale și la preciziile necesare pe întreg teritoriul țării;

– asigură protecția cetățeanului prin controlul corectitudinii măsurărilor privind securitatea instalațiilor, protecția mediului și a muncii, ocrotirea sănătății populației, efectuarea operațiilor comerciale și gestionarea bunurilor materiale;

– îndrumă și controlează, în toate sectoarele activității economico-sociale, aplicarea unitară a prevederilor legale în domeniul metrologiei;

– asigură realizarea, păstrarea și perfecționarea etaloanelor naționale la nivelul de precizie impus de cerințele economiei;

– transmite unitățile de măsură de la etaloanele naționale la etaloanele și mijloacele de măsurare din economie; efectuează testarea nivelurilor de măsurare din economie; efectuează testarea nivelurilor de precizie a mijloacelor de măsurare în laboratoarele autorizate, precum și la practicarea măsurărilor;

– emite, editează și difuzează norme tehnice și instrucțiuni de metrologie obligatorii pentru întreaga economie și dezvoltă o activitate centralizată de informare, documentare și publicare în acest domeniu;

– efectuează încercări de stat, avizează și aprobă fabricarea și importul mijloacelor de măsurare și interzice fabricarea celor care nu corespund cerințelor economiei;

– autorizează laboratoarele de verificări metrologice, atelierele de reparat și categoriile de personal prevăzute de lege;

– stabilește și aplică marca metrologică de model; stabilește și eliberează marca metrologică de verificare;

– asigură formarea și perfecționarea cadrelor în domeniul metrologiei.

1.3.3. ÎN DOMENIUL CALITĂȚII

– coordonează și supraveghează, ca organism neutru și competent, *sistemul național de certificare a calității*;

– elaborează procedurile privind: certificarea calității produselor, lucrările de construcții și prestările de servicii; capabilitatea unităților executante; autorizarea laboratoarelor și a personalului tehnic din activitățile de asigurare, control și de încercare a calității; acreditarea pe plan național a laboratoarelor de încercare;

– elaborează recomandări referitoare la introducerea metodelor moderne de control și de proiectare a sistemelor de asigurare a calității;

– autorizează pe timp limitat laboratoarele și personalul tehnic din activitățile de asigurare, control și încercare ale calității;

– *acreditează pe plan național* laboratoarele de încercări în vederea evaluării calității produselor, lucrărilor de construcții și prestărilor de servicii și acționează pentru recunoașterea reciprocă de către organizațiile naționale și internaționale; publică, anual, lista laboratoarelor acreditate;

– eliberează pe baza determinărilor efectuate în laboratoarele proprii, sau acreditate pe plan național, certificate de conformitate prin care se confirmă că produsele şi prestările de servicii întrunesc condițiile specificate în actele tehnice normative;

– verifică calitatea produselor expuse la vânzare, prin prelevarea de probe şi produse şi analizarea acestora în laboratoare proprii sau acreditate, privind încadrarea lor în limitele parametrilor înscrişi în standarde, contracte şi documentații omologate;

– efectuează, la cererea părților, expertize tehnice la furnizorii sau beneficiarii interni sau externi în cazurile în care se înregistrează reclamații privind calitatea produselor aflate în litigiu, emițând certificate de expertiză;

– exercită inspecția de stat asupra calității lucrărilor ce se realizează pe teritoriul României, în orice formă de proprietate, în vederea prevenirii sau, după caz, identificării fenomenelor negative şi stabileşte măsuri pentru eliminarea lor;

– eliberează, pe baza examinărilor tehnice, certificate de capabilitate, unităților de stat, mixte, cooperatiste şi particulare, prestatoare de servicii;

– colaborează cu Ministerul Învățământului pentru introducerea în programele analitice, la toate formele de învățământ tehnic, a unor cunoştințe privind standardizarea, metrologia şi calitatea, precum şi cu ministerele economice pentru organizarea perfecționării pregătirii profesionale a tuturor categoriilor de personal tehnic în domeniile de mai sus;

– editează publicații de specialitate şi de informare documentară în domeniile standardizării, metrologiei şi calității.

În activitatea de asigurare a calității se operează cu trei noțiuni noi:

– Sistemul de certificare a calității;
– Acreditarea laboratoarelor de încercări;
– RELAR (Rețeaua națională a laboratoarelor de încercări din România).

1.3.3.1. **Sistemul de certificare a calității**

Certificarea este acțiunea prin care se demonstrează că un produs/serviciu este realizat conform anumitor specificații tehnice. Produsele/serviciile certificate sunt însoțite de „certificatul de conformitate“ sau li se aplică un semn distinct „Marca de conformitate“. Certificarea este efectuată de un organism neutru, împuternicit în acest scop.

Necesitatea certificării produselor româneşti. „Certificatul de conformitate“ şi/sau „Marca de conformitate“ sunt necesare pentru a asigura încadrarea cumpărătorului/consumatorului în calitatea produselor/serviciilor furnizorului/prestatorului. Totodată „certificatul/marca de conformitate“ permite şi accesul produselor româneşti pe acele piețe internaționale unde este obligatorie această certificare.

Se cunoaşte că, prin hotărârea forurilor în drept, începând cu 1 ianuarie 1993 pe piața unică vest-europeană nu vor circula decât produse certificate. Astfel, integrarea economică vest-europeană va ridica unele bariere în calea liberei circulații a produselor provenind din afara acestei comunități.

Scanned with OKEN Scanner

Avantajele producătorilor prin certificare. Certificarea asigură:
– promovarea exporturilor;
– accesul facil pe anumite piețe internaționale;
– depăşirea concurenţei;
– câştigarea de noi clienţi;
– condiţii mai avantajoase de desfacere;
– menţinerea/creşterea competitivităţii;
– creşterea nivelului de încredere în produsele oferite.

Eforturi implicate de certificare. Certificarea implică aprecieri obiective şi riguroase, realizate în cadrul strict al unor documente emise de foruri recunoscute pe plan internaţional. Ea este rezultatul unui ansamblu de activităţi documentate din domenii ca:
– standardizare;
– asigurare a calităţii;
– testare;
– metrologie;
– recunoaştere mutuală a competenţei societăţilor comerciale, laboratoarelor, persoanelor.

Actualmente este necesară reducerea urgentă a decalajului existent între România şi alte ţări industriale dezvoltate – inclusiv din punctul de vedere al practicii asigurării/certificării calităţii produselor/serviciilor – prin punerea bazelor certificării.

Acest obiectiv trebuie abordat pregnant la două niveluri:
– *nivelul naţional* – care vizează crearea instrumentelor indispensabile certificării (legislaţie; standardizare; crearea structurilor organizatorice naţionale; recunoaşterea reciprocă cu organisme similare din alte ţări);
– *nivelul de societate comercială/laborator* – care vizează integrarea tuturor cerinţelor de competenţă tehnică în practica curentă.

1.3.3.2. Acreditarea laboratoarelor

Acreditarea este acţiunea prin care se recunoaşte în scris că un laborator de încercări este competent să efectueze un set specificat de încercări/analize, măsurări/examinări, prin care se determină caracteristicile/performanţele unui material sau produs. Acreditarea este o fază a certificării.

Necesitatea şi avantajele acreditării. Acreditarea s-a impus ca necesară deoarece încercările aferente certificării trebuie să prezinte garanţii referitoare la acurateţea rezultatelor, loialitatea şi imparţialitatea prelucrării lor.

Certificarea de acreditare conferă laboratoarelor de încercări avantaje de natură economică şi un evident prestigiu, întrucât ea asigură:

– creşterea autorităţii şi reputaţiei laboratoarelor acreditate prin publicitatea efectuată de organele de acreditare;

– facilitatea depăşirii barierelor tehnice prin recunoaşterea internaţională a buletinelor de încercare;

– eliminarea repetării încercărilor (la beneficiar, după cele efectuate la furnizor) şi, respectiv, cheltuielile implicate de acestea.

Abordarea acreditării în ţara noastră. Factorii principali ai acreditării sunt laboratorul şi organul neutru de acreditare. Acţiunile acestora sunt definite

Scanned with OKEN Scanner

în coordonatele lor principale prin standarde internaţionale (elaborate de ISO/CEI) şi regionale (seria EN 45000 a Comunităţii Economice Europene). Aplicarea practică a principiilor standardizate aparţine organelor de acreditare. Armonizarea procedurilor practice naţionale, la sugestia GATT, a fost atribuită unui organ internaţional de profil (OLAC). Aceste conexiuni fac ca, practic, orice acreditare naţională, prin încheiere de acorduri de recunoaştere reciprocă, să fie valabilă în mai multe ţări.

Abordarea acreditării s-a concretizat la noi până acum prin elaborarea:

– procedurii de acreditare;

– ghidului de elaborare a „Manualului de calitate";

– procedurii de evaluare a laboratoarelor bazate pe standardele internaţionale şi practica unor reţele de laborator renumite (RNE – Franţa).

Documentele menţionate sunt redactate în strictă conformitate cu standardele internaţionale (ISO 9000–9004) şi normele aplicate în Comunitatea Economică Europeană.

A fost înfiinţată reţeaua naţională de laboratoare acreditate române RELAR.

1.3.3.3. **Reţeaua naţională a laboratoarelor de încercări din România – RELAR**

La iniţiativa Comisiei Naţionale pentru Standarde, Metrologie şi Calitate şi a unui grup de 45 de membri fondatori reprezentanţi ai laboratoarelor de încercări aparţinând unităţilor productive, de cercetare şi de învăţământ superior din România s-a constituit, pe baza Hotărârii Judecătoriei Sectorului 1, Bucureşti, REŢEAUA NAŢIONALĂ a LABORATOARELOR de ÎNCERCĂRI din ROMÂNIA – RELAR. Această reţea este o asociaţie profesională, neguvernamentală, fără profit, independentă şi neutră, având ca obiective următoarele:

– atestarea calităţii serviciilor prestate de laboratoarele de încercări specializate ce solicită acreditarea;

– promovarea pe plan internaţional a documentelor de încercare, emise de laboratoarele acreditate, precum şi a procedurilor şi metodelor de încercare, în vederea recunoaşterii reciproce a încercărilor;

– promovarea pe plan internaţional a unei politici coerente în domeniul încercărilor, prin sprijinirea laboratoarelor acreditate în activitatea de elaborare, aplicare şi perfecţionare a încercărilor;

– stabilirea şi facilitarea conexiunii şi relaţiilor ştiinţifice, profesionale şi economice, cu organisme similare din alte ţări, precum şi cu organismele internaţionale de profil – ISO, CEI, OLAC, CEE, GATT;

– întocmirea, editarea şi difuzarea catalogului anual al laboratoarelor acreditate din România, precum şi alte publicaţii specifice.

În stabilirea acestor obiective, a statutului RELAR şi a structurii sale organizatorice, s-a folosit ca model RNE – REŢEAUA NAŢIONALĂ DE ÎNCERCĂRI şi LNE – LABORATORUL NAŢIONAL DE ÎNCERCĂRI din FRANŢA, precum şi alte asociaţii similare din SUA şi Anglia.

Scanned with OKEN Scanner

2

CALITATEA PRODUSELOR ŞI CONTROLUL ACESTORA

2.1. CARACTERUL DINAMIC AL CALITĂŢII

Progresele remarcabile obţinute în prezent în ştiinţă şi tehnică, au imprimat diverselor activităţi economice o desfăşurare dinamică, care a revoluţionat producţia materială, scurtând uimitor de repede decalajul existent înainte între concepţia propriu-zisă şi realizarea materială a produsului. Pentru a ilustra acest fenomen se pot da următoarele exemple: pentru ca telefonul să treacă de la concepţie la realizarea lui ca produs au fost necesari 56 de ani, radioul a parcurs aceste etape în 35 de ani, televizorul în 14 ani, iar receptoarele cu tranzistoare în numai 3 ani.

Calitatea unui produs se concepe simultan cu însuşi produsul, prin calcule, pe planşetă sau în laboratoarele de cercetări, se creează în secţiile experimentale, se realizează în secţiile productive, se încearcă pe standurile de probă şi se verifică în exploatare.

2.1.1. FACTORII CARE DETERMINĂ REALIZAREA CALITĂŢII

*Diagrama ISHIKAWA**. Pentru ca un produs să fie realizat în conformitate cu documentaţia de fabricaţie este necesar să fie respectaţi o serie de factori de natură obiectivă şi subiectivă.

În figura 2.1 sunt arătaţi factorii principali care determină realizarea unui produs, la nivelul documentaţiei omologate, respectiv asigurarea calităţii aces-

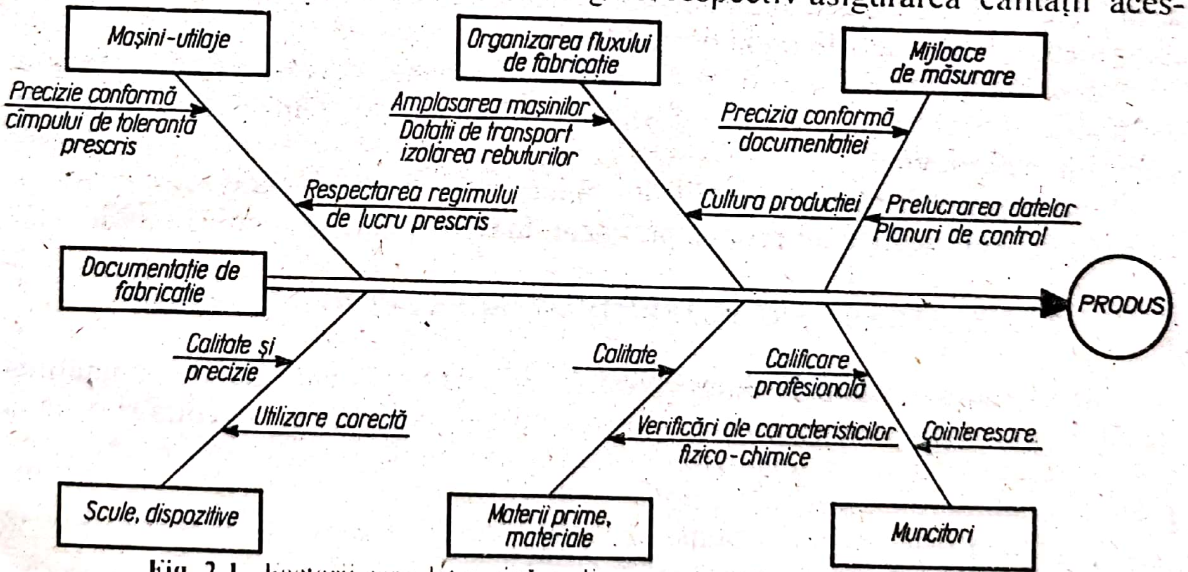


Fig. 2.1. Factorii care determină realizarea calităţii – diagrama Ishikawa.

* K. Ishikawa – savant japonez de renume mondial, denumit şi „părintele calităţii" în Japonia.

Scanned with OKEN Scanner

tuia. Săgeţile orientate de la stânga la dreapta indică *factorii obiectivi*, iar cele orientate de la dreapta la stânga, *factorii subiectivi* – diagrama *ISHIKAWA*.

Maşinile-utilaje trebuie să aibă o precizie care să satisfacă toleranţele impuse de documentaţie, însă este necesar să fie respectat regimul de lucru prescris. De exemplu, pentru îmbutelierea sticlelor de bere este necesar ca maşina să dozeze cantitatea de lichid în limitele de toleranţă prevăzute la îmbuteliere, însă pentru ca operaţia să decurgă corect, trebuie respectaţi parametrii prevăzuţi în tehnologia de îmbuteliere (presiunea din rezervorul lichid, viteza de înaintare a benzii, timpul de îmbuteliere etc.).

Organizarea fluxului de fabricaţie impune o amplasare corectă a maşinilor în flux, astfel încât un reper care trebuie supus mai multor operaţii să aibă o circulaţie continuă, să nu fie nevoie să fie plimbat de la o secţie la alta. Sunt necesare, totodată, dispozitivele de transport şi depozitare, în care să fie aşezate şi protejate reperele, în timpul circulaţiei lor de la o maşină la alta, precum şi locuri speciale în care să fie izolate rebuturile, pentru a se elimina posibilităţile de a fi introduse, în continuare, în fluxul de fabricaţie. Pe lângă aceşti factori obiectivi se impune însă şi o cultură a producţiei, fără de care, deşi maşinile sunt amplasate corect şi există dotaţii speciale pentru transportul şi izolarea rebuturilor, se pot deteriora reperele prin aşezarea lor incorectă în dispozitive sau se pot introduce în fluxul de fabricaţie reperele rebutate.

Mijloacele de măsurare trebuie să corespundă preciziei şi domeniului de măsurare prevăzut în documentaţie. Se impune însă existenţa unor planuri de control şi, totodată, prelucrarea corectă a datelor obţinute cu mijloacele de măsurare.

Sculele, dispozitivele şi verificatoarele trebuie să fie de calitate şi în toleranţele prescrise; este necesar însă ca operatorii să le utilizeze corect, atât în timpul executării produsului, cât şi în faza de control.

Materiile prime trebuie să corespundă din punct de vedere calitativ prevederilor din documentaţie, fapt atestat de certificatul de calitate care le însoţeşte; se impune însă verificarea parametrilor fizico-chimici, ce trebuie să corespundă celor menţionaţi în certificatele de calitate.

Muncitorii trebuie să aibă calificare profesională corespunzătoare locului de muncă, dar, totodată, trebuie să fie şi cointeresaţi în realizarea şi depăşirea sarcinilor ce le revin.

Numai prin îndeplinirea condiţiilor obiective şi subiective ale acestor factori de bază se poate realiza un produs prevăzut în documentaţia tehnică omologată.

2.1.2. FACTORII CARE DETERMINĂ ÎMBUNĂTĂŢIREA CALITĂŢII

Îmbunătăţirea calităţii unui produs este determinată de îmbunătăţirea fiecărei faze care contribuie la realizarea lui, pornind de la concepţia şi până la confruntarea acestuia în exploatare, atât cu cerinţele beneficiarului cât şi cu produsele similare existente pe piaţă.

Sugestivă este, în acest sens, *spirala calităţii* sau *spirala progresului* în domeniul calităţii (fig. 2.2) elaborată de J. M. Juran*.

---

* J. M. Juran – Specialist american în controlul calităţii, de origine română, autorul lucrării „*Calitatea produselor*", Editura Tehnică, Bucureşti – 1973.

La realizarea unui produs se porneşte de la o cercetare ştiinţifică. Apoi, prin efectuarea calculelor tehnico-economice şi comerciale, prin proiectarea şi întocmirea documentaţiei tehnice şi prin stabilirea tipodimensiunilor şi a specificaţiilor se pune baza realizării produselor. respectiv se întocmeşte documentaţia de fabricaţie. Urmează ciclul de producţie compus din planificarea procesului de fabricaţie, aprovizionarea de la subfurnizori, prevederea utilajelor şi a aparatelor de măsurat şi procesul de producţie propriu-zis. Controlul procesului tehnologic, inspecţia şi controlul final, precum şi analizele, încercările şi probele completează fluxul de fabricaţie. Urmează desfacerea produsului şi apoi folosirea acestuia de către beneficiar.

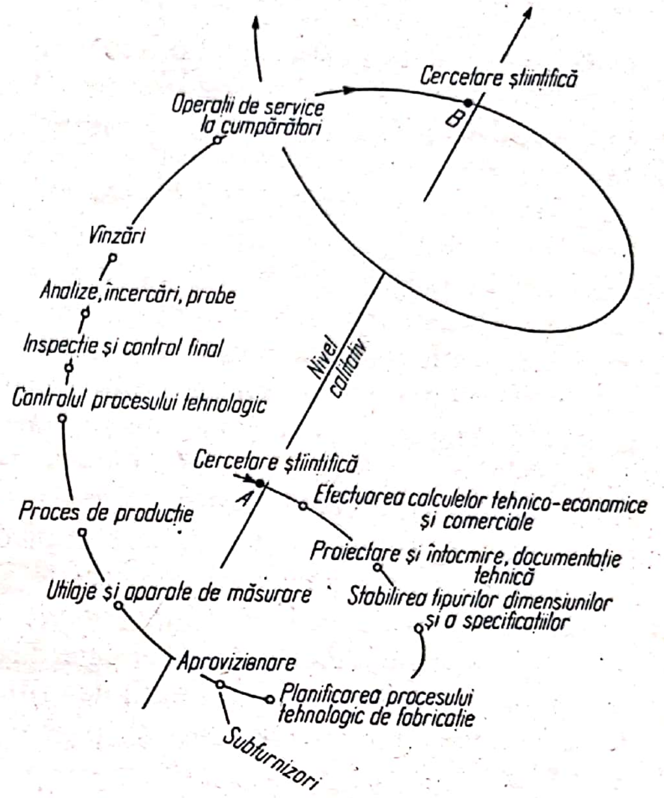


Fig. 2.2. Spirala calităţii.

În cursul exploatării, eventualele neajunsuri privind satisfacerea pretenţiilor beneficiarului, precum şi noile cerinţe ale acestora impun o nouă cercetare ştiinţifică, urmată de o nouă proiectare, un nou proces de fabricaţie etc. însă, de această dată, la un nivel calitativ superior. Urmează realizarea unui nou produs, noi pretenţii ale beneficiarilor, noi cerinţe ale pieţei care impun realizarea altor produse la un nivel calitativ superior. Se observă că în fiecare ciclu de producţie fazele se repetă, însă nu se închid într-un cerc, ci formează o spirală, spirala calităţii, unde aceeaşi fază dintr-un ciclu (*A*) se regăseşte în ciclul următor, însă la un nivel calitativ superior (*B*).

Deci, îmbunătăţirea continuă a calităţii are un caracter obiectiv, determinat de cerinţele mereu crescânde ale beneficiarului, de dorinţa acestuia de a avea un produs care să-i satisfacă tot mai mult pretenţiile, precum şi de dorinţa furnizorului de a realiza noi produse.

2.2. INDICATORI DE CALITATE

2.2.1. METODA DEMERITELOR

Principiul acestei metode este acela că la stabilirea nivelului calitativ al unui produs sau al unei producţii se porneşte nu de la însuşirile acestora ci tocmai de la defectele lor, lipsa de merite* a produselor sau fabricaţiei.

Pe baza acestei idei, a fost aplicat în majoritatea societăţilor comerciale producătoare din ţară „Jurnalul demeritelor", fişă de control lunară, care permite

* Démérite, în limba franceză, înseamnă „lipsit de merite".

Scanned with OKEN Scanner

stabilirea nivelului calitativ al producţiei şi produselor fabricate, prin analizarea defectelor depistate cu ocazia controlului. Această metodă permite, în special, obţinerea de informaţii asupra evoluţiei calităţii procesului de fabricaţie şi a loturilor de produse.

Metoda demeritelor, deşi nu constituie cea mai precisă metodă de control este, în schimb, rapidă şi uşor utilizabilă permiţând tragerea unor concluzii şi luarea unor măsuri imediate de înlăturare a defectelor, ea necondiţionând cunoştinţe matematice superioare, calcule laborioase etc., putând fi aplicată la orice fabricaţie, indiferent de natura şi complexitatea acesteia.

Pentru întocmirea „Jurnalului demeritelor“ la un produs, reper sau chiar la o simplă caracteristică, trebuie inventariate tipurile de defecte care pot să apară la acestea şi grupate pe următoarele 4 categorii: defect critic, defect principal, defect secundar, defect minor.

Defect critic este defectul care împiedică îndeplinirea funcţiei produsului, compromite marca societăţii comerciale şi generează sigur reclamaţii beneficiarului. *Se penalizează cu 100 de puncte.*

Defect principal este defectul care, fără a fi critic, riscă să provoace o deficienţă sau o reducere a posibilităţii de utilizare. Acestea sunt sesizabile de beneficiar, provocându-i neajunsuri şi, probabil, vor genera reclamaţii. *Se penalizează cu 50 puncte.*

Defect secundar este defectul care nu reduce posibilităţile de utilizare a produsului. Sunt sesizabile de beneficiar dar, probabil, nu vor genera reclamaţii. *Se penalizează cu 10 puncte.*

Defect minor este defectul care nu reduce posibilitatea de utilizare a produsului şi nu prezintă inconveniente practice. Este, în general, nesesizabil la beneficiar. *Se penalizează cu 1 punct.*

O dată stabilite defectele şi grupate pe categorii se poate trece efectiv la controlul şi înregistrarea rezultatelor în „*Jurnalul demeritelor*“* (fig. 2.3).

Jurnalul demeritelor se pretează la orice metodă de control, indiferent dacă se aplică controlul integral, statistico-matematic, pe flux de fabricaţie sau la recepţie. El permite stabilirea a trei indicatori de calitate care, fiind reprezentaţi grafic, pot fi interpretaţi într-un timp foarte redus (de ordinul secundelor). Important este să se ţină evidenţa numărului de piese sau de produse efectiv controlate, a numărului şi tipului de defecte constatate.

Cu aceste trei elemente: *produse efectiv controlate, tipul de defect constatat, frecvenţa fiecărui tip de defect,* se pot completa cele 15 rubrici din *Jurnalul demeritelor,* în modul următor:

1. Produsul sau operaţia controlată.
2. Locul unde s-a efectuat controlul.
3. Luna în care s-a făcut controlul.
4. Anul.
5. Numele controlorului care a controlat, respectiv a completat fişa produsului.
6. Defectele posibile să apară la produsul controlat, împărţite în cele 4 grupe de defecte, cu diferite ponderi de penalizare (100, 50, 10,1 puncte penalizare).
7. Ziua în care s-a făcut controlul.

---

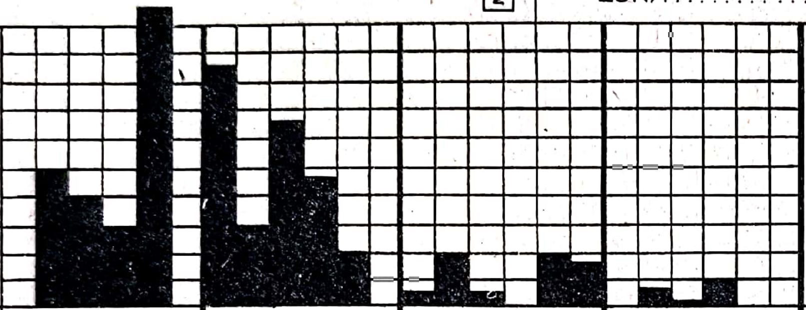
* „Jurnalul demeritelor“, cod 9-2-2, este formular tipizat.

Scanned with OKEN Scanner

UNITATEA *I. Autoturisme Timişoara*

PRODUS *Autoturism DACIA 500* [1]	**JURNALUL DEMERITELOR** [3] [4]	CONTROLOR *IACUB ION*
LOC CONTROL *Probe finale* [2]	LUNA *Octombrie* 1989	[5]

[15] HISTOGRAMA DEFECTELOR



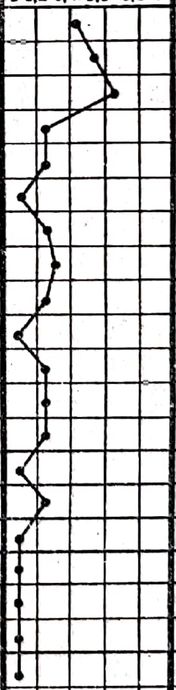
SCARA: 1:1 | 1:2 | 1:10 | 1:100

SPECIFICAŢIA DEFECTELOR [6]

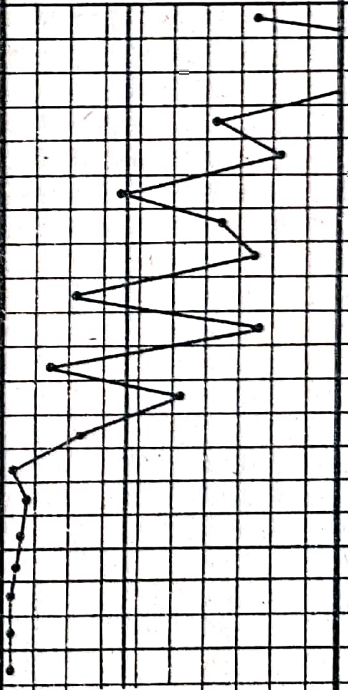
Critice (100)	Principale (50)	Secundare (10)	Minore (1)
A *Frînă lipsă*	G *Carburator*	M *Zgîrieturi*	T *Defect tapiţerie*
B *Direcţie*	H *Aprindere*	N *Defecte vopsire*	U *Terosonare*
C *Motor blocat*	I *Tacheţi*	O *Luft uşi*	V *Becuri arse*
D *Roţi nefixate*	J *Ieşiri viteze*	P *Defecte electrice*	Z *Retuşuri vopsea*
E *Cutie viteză blocată*	K *Frînă neeficace*	R *Lipsă accesorii*	X *Bare zgîriate*
F	L	S *Lovituri*	Y

DATA [7]	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	R	S	T	U	V	Z	X	Y	Unităţi controlate [8]	Defecte Total [10]	Defecte pe unitate % [11]	Demerit [13]
3 X	–	1	–	–	1	–	2	–	2	–	–	–	–	5	–	–	2	–	–	–	3	11	–	–	65	27	0,41	7,44
4 X	–	–	1	1	–	–	–	3	3	–	2	–	–	5	–	–	2	1	–	5	5	7	–	–	65	35	0,53	10,72
5 X	–	2	2	–	–	–	7	2	3	–	1	–	2	4	2	–	3	–	–	3	2	8	–	–	65	41	0,63	18,84
6 X	–	1	–	1	–	–	3	–	–	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	1	1	5	–	–	65	16	0,24	6,10
7 X	–	1	1	1	–	–	3	–	1	–	–	–	1	1	–	–	1	–	–	2	2	2	–	–	65	16	0,24	8,24
10 X	–	–	–	–	–	–	1	1	1	–	1	–	–	1	–	–	1	1	–	1	1	1	–	–	65	10	0,15	3,58
11 X	–	–	–	–	3	–	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	2	2	5	–	–	65	15	0,23	6,44
12 X	–	–	–	–	2	–	–	–	–	5	–	–	–	1	–	–	1	–	–	5	1	5	–	–	65	20	0,30	7,40
14 X	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	1	–	–	3	1	6	–	–	65	14	0,21	2,15
16 X	–	–	–	–	3	–	–	–	2	1	–	–	–	–	–	–	2	1	–	–	–	7	–	–	65	16	0,10	7,49
17 X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	3	1	–	2	–	5	–	–	65	12	0,23	1,49
18 X	–	–	–	–	2	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	1	1	–	7	–	4	–	–	65	17	0,24	5,09
19 X	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	3	–	5	–	6	–	–	65	16	0,24	2,32
21 X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	3	–	5	–	–	65	10	0,15	0,43
24 X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	1	–	2	–	7	–	–	65	12	0,23	0,60
25 X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	1	–	6	–	–	65	9	0,13	0,41
26 X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	5	–	2	–	–	65	9	0,13	0,41
28 X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	7	–	1	–	–	65	8	0,12	0,12
30 X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	2	–	–	65	7	0,10	0,11
31 X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	–	5	–	–	65	9	0,13	0,13
TOTAL	0	5	4	3	13	0	17	6	13	9	4	0	5	21	2	0	20	16	0	68	18	108	0	0				

Grafic defect unitate [12]



GRAFICUL DEMERITULUI [14]



Semnătura maistru [16]

Fig. 2.3. Jurnalul demeritelor.

8. Numărul de produse controlate efectiv în ziua respectivă, n.

9. Numărul de defecte (frecvenţa lor) pe tipuri, apărute la produsele controlate în timpul unei zile lucrătoare, compusă din unul, două sau trei schimburi. Literele cap de coloană de la această rubrică corespund defectelor simbolizate cu aceeaşi literă la rubrica 6.

10. Numărul total de defecte (k) găsite la cele n produse controlate în ziua respectivă.

11. Frecvenţa relativă a defectelor din ziua respectivă (k/n).

12. Reprezentarea grafică a frecvenţei relative a defectelor zilnice, care reprezintă *primul indicator de calitate.* Acest indicator de calitate dă o imagine a numărului de defecte pe produs şi evoluţia lui de la o zi la alta. Dacă curba are o tendinţă spre dreapta, calitatea se înrăutăţeşte, iar dacă sensul este spre stânga, calitatea tinde spre îmbunătăţire.

13. Punctele de penalizare pe unitatea controlată (indicele demeritului D) se obţin prin înmulţirea numărului de defecte cu ponderea de penalizare, împărţit la numărul de produse efectiv controlate, astfel:

$$D = \frac{N_c \times d_c + N_p \times d_p + N_s \times d_s + N_m \times d_m}{n}, \quad (2.1)$$

în care:

N_c, N_p, N_s, N_m reprezintă numărul defectelor critice, principale, secundare şi minore apărute în ziua respectivă la cele n produse controlate;

d_c, d_p, d_s, d_m – ponderea de penalizare a defectelor, respectiv 100, 50, 10 şi 1 puncte penalizare.

De exemplu, în ziua de 7 octombrie (v. fig. 2.3) au apărut:

– 3 defecte critice (pondere 100) – reprezentând 3 × 100 = 300 puncte penalizare;

– 4 defecte principale (pondere 50) – reprezentând 4 × 50 = 200 puncte penalizare;

– 3 defecte secundare (pondere 10) – reprezentând 3 × 10 = 30 puncte penalizare;

– 6 defecte minore (pondere 1) – reprezentând 6 × 1 = 6 puncte penalizare.

Atunci:

$$D = \frac{3 \times 100 + 4 \times 50 + 3 \times 10 + 6 \times 1}{65} = 8,24$$

14. Reprezentarea grafică a indicelui demeritului, *al doilea indicator de calitate.*

Graficul demeritului se trasează în acelaşi mod ca şi graficul *pe unitatea controlată.*

În acest grafic se mai trasează (cu o culoare distinctă – roşu, galben, albastru etc.), printr-o linie verticală, *demeritul limită admisibil – D_0* care reprezintă o limită care nu trebuie depăşită.

Demeritul limită admisibil se poate stabili experimental astfel: se aplică timp de o lună Jurnalul demeritelor şi se calculează media valorilor de la rubrica 13, care devine astfel demeritul limită admisibil pentru luna următoare.

Această limită poate fi îmbunătăţită pe parcurs.

15. Histograma defectelor se completează zilnic, prin haşurarea coloanelor corespunzătoare fiecărui tip de defect, proporţional cu numărul de defecte depistat la controalele efectuate.

Scara histogramei se stabileşte diferenţiat pentru fiecare categorie de defecte, ca fiind direct proporţională cu punctele de penalizare. Astfel: la defectele critice, scara se ia 1 : 1 (adică o pătrăţică corespunde unui defect critic); la defectele principale scara se alege 1 : 2 (o pătrăţică corespunde la 2 defecte principale); la defectele secundare scara se stabileşte 1 : 10 (o pătrăţică corespunde la 10 defecte secundare); la defectele minore scara se stabileşte 1 : 100 (o pătrăţică corespunde la 100 defecte minore).

În acest fel înălţimea fiecărei coloane, corespunzătoare unui tip de defect este direct proporţională cu influenţa pe care acest defect o are asupra demeritului total.

Funcţie de complexitatea produsului şi de frecvenţa defectelor ce pot apărea la acesta, cele 4 scări se pot lua şi 1 : 10; 1 : 20; 1 : 100; 1 : 1 000 sau 1 : 100; 1 : 200; 1 : 1 000; 1 : 10 000 ş.a.m.d.

Notă: histograma defectelor se completează zilnic.

Histograma defectelor reprezintă *al doilea indicator de calitate*. Aceasta permite ca dintr-o singură privire să se stabilească ce tip de defect are cea mai mare influenţă asupra demeritului.

Maistrul sau conducătorul locului de muncă trebuie să ia la cunoştinţă zilnic despre rezultatul aplicării Jurnalului demeritelor. În cazul în care demeritul rezultat este sub demeritul limită admisibil, maistrul poate pleca liniştit acasă, deoarece în ziua respectivă nivelul de calitate stabilit a fost îndeplinit. În cazul în care demeritul rezultat depăşeşte limita admisibilă, maistrul priveşte histograma de la rubrica 15, stabileşte coloanele cu defectele cele mai frecvente, iar apoi, din rubrica 6, identifică tipurile de defecte care au determinat depăşirea limitei admisibile.

2.2.2. INDICATORII NIVELULUI TEHNIC ŞI CALITATIV

Pentru stabilirea nivelului tehnic şi calitativ al produselor s-a elaborat o metodologie unitară pe economie, metodologie prin care se poate stabili nivelul tehnic al oricărui produs, prin *compararea indirectă* a caracteristicilor tehnice şi calitative ale acestuia cu caracteristicile a 5–6 produse similare, realizate în momentul respectiv de firme de prestigiu pe plan mondial sau şi cu cele din standardele şi normele naţionale şi internaţionale recunoscute. Metodologia permite să se calculeze cele 3 forme ale indicativului nivelului tehnic şi calitativ „*Q*":

Qc – indicatorul nivelului tehnic şi calitativ de conformaţă (performanţele produsului se compară cu parametrii caracteristicilor prevăzuţi în documentaţia de fabricaţie omologată a acestuia);

Qm – indicatorul nivelului tehnic şi calitativ mondial (performanţele produsului se compară cu media parametrilor caracteristicilor produselor străine luate ca bază de comparaţie);

Qv – indicatorul nivelului tehnic şi calitativ de vârf (performanţele produsului se compară cu cel mai bun parametru al caracteristicilor produselor străine luate ca bază de comparaţie). În acest caz, produsul considerat ca bază de comparaţie este un produs IDEAL şi IREAL, nerealizat încă de nici o firmă până la momentul respectiv, însă ajută la stabilirea strategiei de dezvoltare şi îmbunătăţire a nivelului tehnico-calitativ al acestui produs.

Funcţie de valorile obţinute pentru *Qm* se fac următoarele aprecieri:

$Qm > 1$ – produs peste nivel tehnic şi calitativ mondial;

$0,85 < Qm < 1$ – produs de nivel tehnic şi calitativ mondial ridicat;

$0,5 \leq Qm \leq 0,85$ – produs de nivel tehnic şi calitativ mondial mediu;

$Qm < 0,5$ – produs sub nivel tehnic şi calitativ mondial.

De precizat faptul că această metodă se aplică la toate produsele noi care se introduc în fabricaţie şi că nu se aprobă omologarea acestora dacă indicativul $Qm < 0,85$.

2.3. METODE PENTRU CONTROLUL CALITĂŢII

În concepţia modernă, rolul controlului calităţii este de a acţiona şi interveni operativ, oriunde şi ori de câte ori este nevoie, pentru ca produsul final să corespundă condiţiilor cerute şi astfel să se obţină o continuă reducere a rebuturilor şi eliminarea acestora. Cu alte cuvinte, în concepţia modernă, *controlului calităţii i se atribuie un rol activ şi creator şi nu numai de depistare şi sortare a rebuturilor.*

Controlul calităţii este o operaţie independentă de operaţia de execuţie prin care, pe de o parte, se verifică dacă baza tehnico-materială (materia primă, maşinile şi utilajele, SDV-urile, AMC-urile, standurile de probă etc.) are caracteristicile calitative şi precizia prevăzute în documentaţie, iar pe de altă parte, verifică încadrarea caracteristicilor de calitate ale reperelor, subansamblurilor şi produselor finite în limitele prevăzute de documentaţie. În concluzie, controlul de calitate este un control de conformanţă.

Acţiunea controlului calităţii începe din momentul alegerii procesului de producţie, continuă cu instalarea echipamentului de producţie sau cu pregătirea acestuia pentru realizarea optimă a fluxului la fabricaţie, cu calificarea forţei de muncă folosite şi cu achiziţionarea de materii prime şi materiale corespunzătoare, se desfăşoară pe tot parcursul fabricaţiei şi al expedierii produselor şi se încheie cu asistenţa tehnică (service) acordată de societatea comercială respectivă în perioada de garanţie. Datorită progresului tehnic, precum şi exigenţei sporite a beneficiarilor există tendinţa ca perioada de garanţie a produselor să crească.

Astfel, autoturismele Dacia 1300 iniţial au avut termen de garanţie 6 luni, iar de la 1 ianuarie 1982 termenul de garanţie s-a extins la 12 luni; la televizoare termenul de garanţie a fost de 7 luni, de la 1 ianuarie 1980 acesta s-a prelungit la 12 luni şi se preconizează extinderea lui la 18 luni. Situaţie similară este şi la maşinile de spălat, frigidere, maşini de cusut etc.

Scanned with OKEN Scanner

În concluzie, controlul trebuie să fie prezent în toate etapele premergătoare desfăşurării procesului de fabricaţie, în timpul acestuia, la controlul produsului finit şi livrarea lui ulterior prin asistenţa tehnică (service-ul asigurat) acordată beneficiarilor, iar în cazul instalaţiilor complexe, continuând în timpul montajului şi în perioada efectuării probelor tehnologice. Acest sistem de control poartă denumirea de *control total* al calităţii.

2.3.1. CONTROLUL TOTAL AL CALITĂŢII

Controlul total al calităţii are la bază următoarele *principii:*

– calitatea trebuie condusă şi coordonată de către un organ specializat, începând de la proiectare şi până la service;

– activitatea de control trebuie să se desfăşoare concomitent pe toate planurile;

– verificarea realizării calităţii produselor, începând de la recepţia materiilor prime şi a materialelor aprovizionate, în timpul fluxului de fabricaţie până la produsul finit şi controlul ambalării şi expediţiei;

– urmărirea comportării în exploatare a produsului, probe de fiabilitate şi mentenabilitate.

În funcţie de faza la care se efectuează, controlul poate fi:

– *control de recepţie:* la faza de recepţionare a materialelor şi materiei prime;

– *control de fabricaţie:* la faza de fabricaţie propriu-zisă;

– *control final:* la produsul finit.

În unele cazuri, şi anume la controlul produselor, între secţii, acesta poate căpăta caracterul unui control intermediar (produsele obţinute într-o secţie fiind preluate pentru prelucrare în secţia următoare).

În funcţie de locul de execuţie, controlul de calitate este:

– *centralizat* (la puncte fixe);

– *în flux,* adică în diferite puncte ale procesului de fabricaţie;

– *volant,* la diferite locuri de muncă, după necesităţi.

Controlul total al calităţii are o caracteristică modernă, deoarece, folosind un număr mic de personal, obţine o stabilitate a procesului de producţie care garantează o calitate superioară a produselor.

2.3.2. SISTEMUL DE ASIGURARE A CALITĂŢII – S.A.C.

Sistemul de Asigurare a Calităţii (S.A.C.) este o formă superioară a controlului total, rezultat din combinarea acestuia cu următoarele două *axiome:*

– calitatea se cercetează, se proiectează, se produce şi apoi se controlează;

– calitatea este problema tuturor şi a fiecăruia.

Asigurarea calităţii este cea mai complexă acţiune de supraveghere, control şi verificare a conceperii şi executării produselor. Ea reprezintă nu numai verificarea calităţii pe toate fazele de la cercetare, proiectare, omologare, materii

Scanned with OKEN Scanner

prime şi materiale, maşini şi utilaje, fluxul de fabricaţie, produs finit, conservare-ambalare-expediere, montaj, punere în funcţiune şi până la comportarea în exploatare a produselor, ci şi acele forme organizatorice şi de evidenţă, care să ateste că fiecare fază (de execuţie şi de control) a fost îndeplinită şi, totodată, că rezultatul controlului a fost corespunzător documentaţiei de fabricaţie şi tehnologiilor de control.

Pe plan mondial, Sistemul de Asigurare a Calităţii s-a implicat iniţial la echipamentele nucleare, echipamente ce prezintă un înalt grad de tehnicitate şi la care se pretinde, totodată, o siguranţă totală în funcţionare.

În acest sens s-a elaborat *norma republicană de asigurare a calităţii**, AQ-04.

Norma conţine cerinţe specifice, pe categorii de asigurare a calităţii, pentru produsele şi serviciile destinate obiectivelor şi instalaţiilor nucleare, precum şi metodologia de clasificare pe categorii de asigurare a calităţii acestora, atât la unităţile executante cât şi la furnizor.

În acest scop norma AQ-04 prevede:

1. *Organizarea de compartimente de asigurare a calităţii* în unităţile ce execută produse sau servicii destinate obiectivelor şi instalaţiilor nucleare, compartimente autorizate şi sub supravegherea directă a ISCANACH, care să aplice efectiv prevederile privind asigurarea calităţii.

2. *Stabilirea cerinţelor specifice de asigurare a calităţii* pentru produse şi servicii pe cinci categorii (I, II, III, IV şi V, unde categoria a V-a se referă la produse sau servicii normale – convenţionale).

Indiferent de categoria produselor sau serviciilor pe care le execută o unitate, aceasta este obligată să elaboreze un *program de asigurare a calităţii*, program ce cuprinde:

– organigrama unităţii pe linia asigurării calităţii;
– examinarea tehnică de asigurare a calităţii;
– documentele programului de asigurare a calităţii;
– funcţiile sistemului de asigurare a calităţii;
– confirmarea calităţii.

În general, programul de asigurare a calităţii creează condiţiile ca la fiecare loc de muncă, la fiecare fază a procesului, de la cercetare şi până la exploatare, să se stabilească clar şi fără echivoc, să se poată răspunde în orice moment (înainte, în timpul şi după consumarea fazei respective) la cele şase deziderate, şi anume: *cine să facă?; ce să facă?; cum să facă?; cu ce să facă?; de ce să facă?* şi *ce a făcut?*

3. *Documentele programului de asigurare a calităţii.* Aceste documente conţin răspunsul la cele şase întrebări, astfel:

Manualul de asigurare a calităţii (MAC) diferă de la o unitate la alta funcţie de produsele pe care le execută, de categoria de asigurare a calităţii acestora, dar care, în mod obligatoriu, trebuie să conţină:

– *măsurile organizatorice* care să definească clar metodele de conducere, obiectivele şi responsabilităţile pentru asigurarea calităţii;

* Cerinţe de asigurare a calităţii pentru produsele şi serviciile destinate obiectivelor şi instalaţiilor nucleare: AQ-04.

– *procedura de elaborare* a Planului de Control de Calitate, Verificări şi Încercări (P.C.C.V.I.);

– *lista procedurilor* funcţiunilor sistemului de asigurare a calităţii (P.A.C.);

– *procedura pentru examinările tehnice* ale sistemului;

– *procedura de actualizare periodică* a manualului de asigurare a calităţii.

Procedurile funcţiunilor sistemului de asigurare a calităţii (P.A.C.). Procedurile conţin: scopul şi obiectivul procedurii; cine şi pentru ce este responsabil; cum, când şi unde se execută fiecare fază; materialele, echipamentele şi documentele necesare; modul cum se controlează acestea, formularele, etichetele şi poansoanele necesare etc.

Procedurile variază funcţie de categoria de asigurare a calităţii şi se referă, în principal, la: analiza contractelor, controlul documentaţiei, mijloacele de măsurare, aprovizionare, controlul produselor şi serviciilor primite, controlul în timpul execuţiei, controlul final, manipulare şi depozitare, conservare-ambalare-expediere, neconformităţi, acţiuni corective etc.

Planul de control de calitate, verificări şi încercări (P.C.C.V.I.)

Unităţile care aplică sistemul de asigurare a calităţii sunt obligate să planifice activitatea de control de calitate, verificări şi încercări, pentru produsul sau serviciul pe care îl execută. Planul de control de calitate, verificări şi încercări cuprinde fiecare punct de control, locul acestuia pe fluxul de fabricaţie, caracteristicile ce trebuie controlate, procedurile de control utilizate, metodele de control aplicate, categoria de asigurare a calităţii care trebuie aplicată, modul în care unitatea executantă confirmă calitatea subfurnizorilor, sau pe şantier în timpul construcţiei sau montajului, modul în care se asigură şi se documentează confirmarea respectării procedurilor pentru procese speciale etc.

În prezent, Sistemul de Asigurare a Calităţii se aplică nu numai la unităţile care execută produse şi servicii pentru obiective şi instalaţii nucleare, dar şi în construcţia aeronautică, de nave şi la toate unităţile din construcţia de maşini din ţara noastră.

Există tendinţa de generalizare a sistemului şi în alte sectoare (materiale de construcţii, industria alimentară, telecomunicaţii).

2.3.3. AUTOCONTROLUL

Autocontrolul, sau controlul executantului, este cea mai veche metodă de control dar, totodată, dacă este excutată corect, este cea mai eficientă metodă de control. El a apărut încă din cele mai vechi timpuri, poate chiar din epoca primitivă, simultan cu apariţia trocului (schimbului de bunuri materiale). Astfel, dacă un strămoş al nostru a executat un ciubăr din lemn cu scopul de a-l schimba pe o piele de animal, cereale sau vreo armă, (arc, cu scop de secure din piatră etc.) în mod sigur înainte de a-l aduce la locul de schimb, l-a umplut cu apă ca să *controleze* dacă nu curge sau dacă toarta este suficient de solidă ca să permită transportul ciubărului plin cu apă, respectiv a *autocontrolat* ciubărul executat de el.

Pentru aplicarea autocontrolului, executantul trebuie să cunoască *două operații:*

– operația pe care trebuie să o execute;

– operația de control a operației executate.

De menționat că, în unele cazuri, operația de control este mai complexă și impune cunoștințe teoretice și chiar practice superioare operației de execuție, deci se poate considera că executanții care aplică autocontrolul sunt policalificați.

Totodată, pentru aplicarea autocontrolului, executantul trebuie să îndeplinească *două condiții*:

– *să cunoască operația de control*, respectiv să știe să citească documentația de fabricație (desenul de execuție, planul de operație), să știe să măsoare cu A.M.C.-urile necesare și să știe să interpreteze rezultatele obținute;

– *să fie obiectiv*, respectiv să aibă o conștiință ridicată, astfel încât să nu admită să fie introduse în continuare, în fluxul de producție sau în circuitul economic reperele, piesele sau produsele neconforme.

Dreptul de autocontrol constituie o înaltă încredere acordată executantului și reprezintă pentru acesta o mândrie profesională, deoarece el devine propriul judecător al muncii sale. Dreptul de autocontrol se acordă maiștrilor, muncitorilor cu experiență, conștiincioși, serioși, acelora care au obținut cele mai bune rezultate în muncă. Pentru acordarea acestui drept, muncitorii sunt supuși unei testări privind atât cunoștințele profesionale, cât și conștiinciozitatea și seriozitatea în muncă.

Autocontrolul nu exclude controlul. Este chiar util, din punct de vedere psihologic, ca executantul să știe că va fi controlat.

2.3.4. CONTROL ÎN LANȚ

Controlul în lanț constituie o formă evoluată a autocontrolului care se poate aplica numai într-un proces de fabricație în bandă. În acest caz, muncitorul, pe lângă controlul pe care îl execută asupra propriei operații efectuate, controlează și operația efectuată de muncitorul de la care a primit piesa.

De asemenea, operația efectuată de el este controlată, la rândul său, de muncitorul de la bandă care primește piesa respectivă și așa mai departe, în lanț, fiecare operație fiind controlată de două ori:

– de muncitorul care a executat-o;

– de muncitorul de la bandă care primește, în continuarea fluxului, reperul sau produsul respectiv.

În aceste condiții, executantul care lucrează într-o echipă care aplică controlul în lanț, trebuie să cunoască *trei operații*:

– operația de control a fazei anterioare;

– execuția operației proprii;

– controlul propriei operații.

Aşa cum rezultă, această metodă de control este o metodă unitară, bazată pe răspândiri individuale şi, totodată, colective, deoarece se aplică la lucrările şi operaţiile excutate pe bandă.

Introducerea metodei de control în lanţ pe o bandă de fabricaţie presupune că toţi muncitorii sunt de acord cu aceasta, că ei sunt conştienţi de eficacitatea metodei şi de răspunderea ce le revine.

2.3.5. CONTROLUL INTEGRAL

Controlul integral sau controlul bucată cu bucată sau controlul 100% este o metodă de control care se aplică curent în foarte multe unităţi economice din ţara noastră.

Controlul integral sau bucată cu bucată, deşi are mari avantaje la producţia de unicate sau de serie mică, prezintă la producţia de serie mijlocie sau mare 4 neajunsuri, cunoscute sub denumirea de *regula celor 4 N.*

N_1 – Controlul integral (100%) – este un control neeconomic. El implică pe lângă un număr mare de controlori, şi un volum important de mijloace de măsurare, verificatoare şi standuri de probă; în multe cazuri timpul necesar verificării unui reper, subansamblu sau produs este cu mult mai mare decât timpul realizării acestuia. De exemplu, la sectorul mecanic, un muncitor supraveghează calificat 8 maşini automate care execută şuruburi, cu o productivitate de 19 200 şuruburi pe schimb.

Controlul unui şurub cu dispozitive specializate necesită un timp mediu de 0,5 min (control lungime, diametru şurub şi cap, teşitură (şanfren), pas filet etc.), fapt ce impune existenţă a circa 40 de controlori, dotaţi cu 40 de seturi de mijloace de măsurare şi dispozitive specializate necesare măsurării caracteristicilor de calitate ale acestor repere. Rezultă clar că, în acest caz, controlul integral este un *control neeconomic.*

N_2 – Controlul integral (100%) *– este neaplicabil în cazurile controlului distructiv.* Astfel, la diferite produse controlul unor caracteristici, ca: grosimea stratului de acoperire, puterea de rupere la aparatele de conectare, structura internă la contactele sinterizate, depresiunea la o cutie de conserve, conţinutul la o sticlă îmbuteliată şi înfundată etc., se face prin distrugerea reperului sau produsului respectiv. Într-adevăr acesta este un control concludent însă, după efectuarea lui, produsul sau reperul devine nefolosibil fapt ce duce la concluzia că acest control este un *control neaplicabil.*

N_3 – Controlul integral (100%) *– este un control nefiabil.* La producţia de serie mare, unde un controlor este pus în situaţia de a efectua de sute de mii de ori aceeaşi operaţie, puterea de percepere este diminuată de oboseală, de rutină şi chiar de plictiseală, conducând la acceptarea unor repere necorespunzătoare sau chiar respingerea unor repere corespunzătoare.

Studiile făcute de diverşi specialişti pe plan mondial au dus la concluzia că eficacitatea controlului integral depinde de: mărimea lotului prezentat; calitatea

Scanned with OKEN Scanner

pieselor din lot, respectiv proporţia de defecte existente; dimensiunea pieselor controlate; mijloacele de control utilizate (A.M.C.-uri, S.D.V.-uri etc.); condiţiile în care controlul este efectuat; calificarea controlorilor etc. şi că un control de 100%, respectiv o sortare, lasă să treacă în medie 15% din piesele defecte existente în lot.

Deci controlul bucată cu bucată este *nefiabil.*

N_4 – *Controlul integral* (100%) – *este neantrenant pentru executant.* Dacă executantul ştie că după el se aplică un control 100% deci o *sortare* a pieselor sau produselor excutate de el, atenţia lui, preocuparea pentru a realiza repere sau produse conform documentaţiei de fabricaţie scade, se diminuează, deoarece, în mod logic, executantului i se vor da înapoi, pentru remediere, numai acele repere sau produse rezultate la sortare ca necorespunzătoare. În cazul în care executantul cunoaşte şi teoria că acest control 100% este nefiabil şi că şi celui mai bun controlor îi poate scăpa la control circa 15% din produsele necorespunzătoare, atenţia şi preocuparea sa pentru a realiza produse în limitele documentaţiei scade mai mult, deoarece, în cel mai rău caz, i se vor returna ca eventuale remedieri numai circa 85% din produsele executate necorespunzător.

Deci, controlul bucată cu bucată este *neantrenat* pentru *executant* în a realiza produse de calitate.

Rezultă, faţă de cele de mai sus, că un control integral este, în cele mai multe cazuri, *neeconomic, nefiabil, neaplicabil* sau *neantrenant* şi că un control prin sondaj ar fi mai avantajos.

2.3.6. CONTROLUL PRIN SONDAJ EMPIRIC

Controlul prin sondaj empiric se aplică la loturile mari şi mijlocii de produse, în special atunci când nu există posibilitatea controlului bucată cu bucată. El constă în extragerea unui eşantion din lot şi controlarea acestui eşantion bucată cu bucată. Din nefericire, nu există reguli în stabilirea mărimii eşantionului şi în stabilirea deciziei, funcţie de rezultatul controlului.

În multe unităţi controlul prin sondaj se aplică la bunul plac al societăţii comerciale sau controlorului, metoda variind de la o unitate la alta, fapt ce duce la decizii discutabile, mai mult sau mai puţin arbitrare şi nu răspund la nici o regulă comună.

Un test a scos în evidenţă că aceeaşi problemă pusă la diverse organe de control a condus practic la atâtea soluţii şi decizii diferite, echivalente cu persoanele chestionate.

Astfel, fiind consultaţi 12 şefi de control tehnic de calitate din 12 societăţi comerciale electrotehnice, asupra mărimii mostrei (eşantionului) prelevat în diferite faze ale procesului şi asupra numărului maxim de defecte pentru care admite lotul, au rezultat date diferite şi chiar contradictorii, trecute în tabelul 2.1.

Tabelul 2.1

Tip piese	Piese ştanţate		Piese frezate		Bobine		Cablaje imprimate			
Cantitatea de piese	3 975		4 226		1 313		1 002		995	
Regula de control / Şeful C.T.C.	n	A (%)	n	A (%)	n	A (%)	n	A (%)	n	A (%)
nr. 1	40	2	80	5	75	5	200	10	100	2
nr. 2	150	0	120	0	150	8	20	0	50	3
nr. 3	25	1	150	5	200	1	50	5	100	3
nr. 4	250	5	200	5	50	5	20	2	50	1
nr. 5	50	3	25	3	500	50	100	2	40	4
nr. 6	50	5	100	8	75	4	50	5	100	10
nr. 7	10	1	33	2	200	5	50	2–3	100	5
nr. 8	50	3	400	40	20	2	30	3	50	2
nr. 9	100	5	40	4	30	1	10	1	30	3
nr. 10	100	5	10	2	300	15	20	2	100	5
nr. 11	200	20	100	5	50	3	40	3	50	3
nr. 12	200	0	25	1	100	5	33	2	50	5

n este numărul de piese prelevate şi controlate, bucată cu bucată.

A – numărul maxim de defecte din mostra n pentru care se acceptă lotul.

Din analiza acestor date rezultă:

– în marea majoritate a cazurilor, cei 12 şefi C.T.C. au indicat soluţii diferite atât ca mărime a eşantionului, cât şi ca număr maxim de defecte pentru care se admite lotul;

– în cazul cablajelor imprimate, cele două loturi au mărimi foarte apropiate (diferenţa dintre ele fiind doar de 7 piese, deşi volumul primului lot se scrie cu patru cifre iar al doilea cu trei cifre), totuşi rezultatele sunt diferite şi chiar contradictorii; majoritatea controlorilor au indicat eşantioane mai mari la lotul de 995 piese faţă de lotul de 1 002 piese, iar cifra de admitere a fost luată la întâmplare, fără nici o logică.

Controlul prin sondaj empiric nu are la bază un studiu prealabil asupra stabilităţii procesului de fabricaţie, omogenităţii loturilor controlate, riscurilor ce pot apărea pentru furnizor sau pentru beneficiar. Aplicarea lui duce la rezultate imprevizibile, *fiind preferabil să se excute şi să se livreze produsele necontrolate decât să se efectueze un sondaj empiric, întrucât ignoranţa este preferabilă unei decizii greşite.*

Acesta este controlul prin sondaj empiric şi de aceea el este *interzis cu desăvârşire.*

2.3.7. CONTROLUL STATISTIC AL CALITĂŢII

Controlul statistic al calităţii este tot un control prin eşantionare unde, din procesul de fabricaţie, sau dintr-un lot de produse finite se extrage o cantitate mică (mostră, selecţie, probă, eşantion), care se controlează în totalitate, iar în funcţie de rezultat se trage concluzia asupra întregului proces de fabricaţie sau lot de produse finite. Această metodă, spre deosebire de controlul prin sondaj empiric, se aplică numai după o analiză statistico-matematică prealabilă asupra stabilităţii procesului de fabricaţie şi a riscurilor rezultate prin aplicarea ei deoarece, în caz contrar, se pot respinge loturi corespunzătoare calitativ, sau se pot admite la control loturi necorespunzătoare.

Pe baza acestei analize se stabileşte, tot pe cale statistico-matematică mărimea mostrei, intervalul între două prelevări, criteriile de acceptare etc., astfel încât să se poată asigura eficienţa acestei metode care are o largă aplicabilitate, deoarece este o metodă dinamică, preventivă, la care se cunosc în prealabil riscurile, putând astfel să se ţină în mână întregul proces de fabricaţie.

Ca orice raţionament care utilizează o informaţie incompletă (informaţia este scoasă din rezultatul controlului asupra eşantionului, în timp ce raţionamentul se aplică întregului proces de fabricaţie sau întregului lot de produse fabricat), acest raţionament comportă riscul de a lua o decizie eronată deoarece:

– conchide (pornind de la eşantionare) că fabricaţia (lotul) nu este satisfăcătoare, în timp ce un control 100% ar arăta că condiţiile fixate sunt corect îndeplinite; acesta este riscul furnizorului, α, de a i se respinge, la control, o marfă conformă cu condiţiile contractuale;

– conchide că fabricaţia (lotul) satisface condiţiile de calitate impuse, în timp ce un control 100% ar arăta că nu este aşa; acesta este riscul beneficiarul β, deoarece, ca urmare a controlului, se acceptă lotul, deşi acesta nu satisface condiţiile de calitate stabilite.

Statistica şi calculul probabilităţilor permit, cu ajutorul anumitor ipoteze, să se calculeze aceste riscuri şi, mai precis, să se determine regulile de aplicare şi selecţie, astfel încât unul din aceste riscuri, sau ambele, să aibă o valoare mică, cunoscută, şi de care s-a ţinut seama la întocmirea documentaţiilor de control sau a contractelor economice.

Controlul statistic se aplică în două cazuri distincte:
- control statistic pe flux de fabricaţie;
- control statistic la recepţia loturilor finite.

2.3.8. CURBA LUI GAUSS

În natură, în procesele de fabricaţie, acolo unde fenomenele sau procesele sunt normale, unde nu intervin influenţe sistematice, valoarea caracteristicilor tehnice de calitate se repartizează conform „clopotului lui Gauss“, „curbei lui Gauss“ sau „curbei normale“. De exemplu, într-o fabricaţie de axe, dacă maşina de rectificat are parametrii de precizie prevăzuţi, bara de oţel din care se execută axele este uniformă ca diametru, structură şi duritate, dacă scula de rectificat

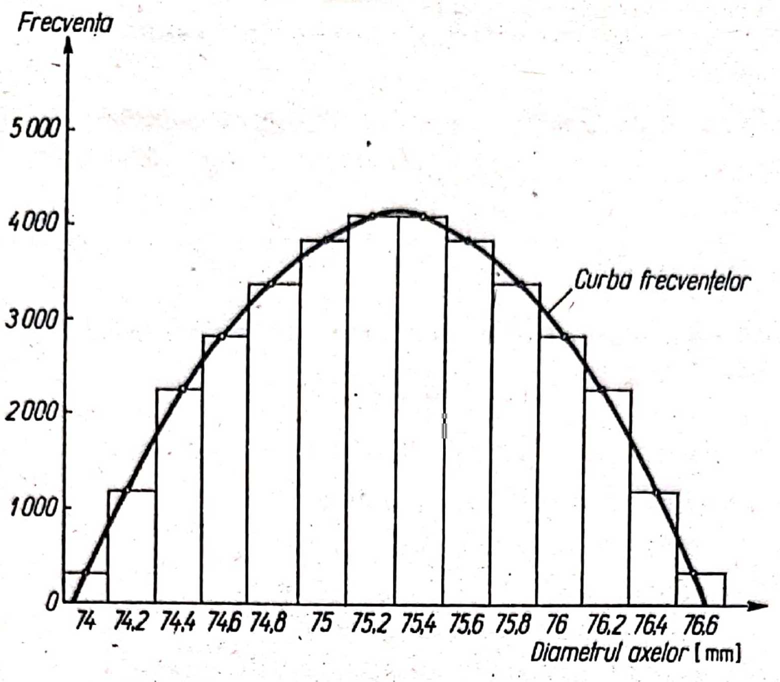


Fig. 2.4. Histograma diametrului axelor în condiţii normale de lucru.

este corect ascuţită, dacă rectificatorul îşi cunoaşte meseria, totuşi diametrul axelor rectificate nu va avea aceeaşi valoare la toate exemplarele, ci, va avea o distribuţie conform curbei lui Gauss, adică: o mică parte din axe vor avea un diametru mai mic; o mică parte, un diametru mmai mare; majoritatea vor avea un diametru intermediar. Trasând datele pe o diagramă, se obţine o histogramă similară cu cea din figura 2.4. Dacă se unesc vârfurile dreptunghiurilor se obţine curba *frecvenţelor*, care, în cazul din figura 2.4, reprezintă tocmai curba lui Gauss.

În cazul în care maşina de rectificat nu se află la parametrii de precizie, bara are diametrul, duritatea, structura sau densitatea variabilă, rectificatorul are nivel profesional scăzut, diametrul axelor va fi de asemenea diferit şi, în acest caz, nu se va repartiza pe o curbă normală ci pe o curbă haotică, similară cu cea din figura 2.5, respectiv cu mai multe maxime şi minime.

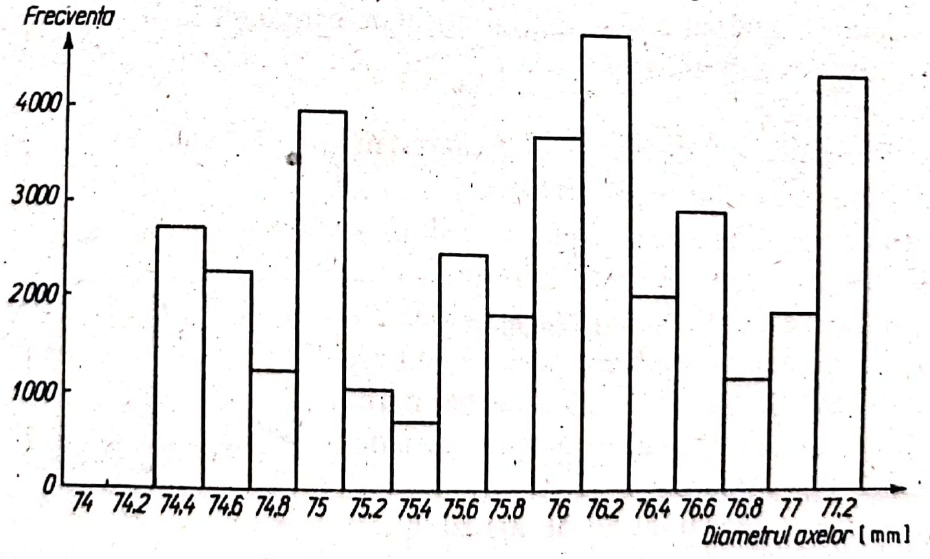


Fig. 2.5. Histograma diametrului axelor în condiţii normale de lucru.

Scanned with OKEN Scanner

2.3.8.1. Caracteristicile curbei lui Gauss

Curba normală sau a lui Gauss, respectiv fenomenele normale care se reprezintă prin curba normală, au două caracteristici de bază: *indicele de centrare și indicele de împrăștiere.*

Indicele de centrare reprezintă valoarea medie a tuturor valorilor caracteristicilor fenomenului urmărit.

Valoarea medie sau media aritmetică ($\overline{X}$) se obține cu relația:

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}, \qquad (2.2)$$

unde X_i este valoarea caracteristicii unui element;

n – numărul de elemente luate în calcul.

Indicele de împrăștiere. Pentru caracterizarea intervalului de împrăștiere a histogramei se calculează abaterea medie pătratică σ a cărei valoare este rădăcina pătrată a mediei pătratelor diferenței dintre valorile întâlnite și medie astfel:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \overline{X})^2}{n-1}}. \qquad (2.3)$$

Abaterea medie pătratică astfel definită, este un indice de dispersie semnificativ, deoarece valoarea sa depinde, pe de o parte, de întinderea histogramei și, pe de altă parte, de modul în care valorile se repartizează în această întindere. Ea se exprimă în aceleași unități de măsură ca și X_i; astfel, când caracteristica măsurată se exprimă în [g] și σ se exprimă tot în [g].

Un alt indice al dispersiei sau împrăștierii este *amplitudinea* – R, care reprezintă diferența dintre valoarea maximă (X_M) și valoarea minimă (X_m) a caracteristicii de calitate măsurate în cadrul unui lot sau a unei selecții, probe, mostre, eșantion etc.

$$R = X_M - X_m \qquad (2.4)$$

Reprezentarea grafică a distribuției normale este dată în figura 2.6 purtând numele de: curba normală, repartiția normală, curba erorilor, curba lui Gauss sau clopotul lui Gauss.

Media aritmetică a valorilor $\overline{X}$ și abaterea medie pătratică a valorilor σ sunt elementele care contribuie la stabilirea formei curbei normale. În acest caz, pe orizontală se înscriu valorile pe care le pot lua elementele analizate, iar pe verticală frecvența apariției elementelor a căror caracteristică are aceeași valoare.

Valoarea maximă pe verticală a curbei corespunde mediei aritmetice a valorilor caracteristicii (deci centrată pe valoarea medie), iar limitele maxime și minime, unui interval de distribuție de 6σ (respectiv $\overline{X} \pm 3\sigma$).

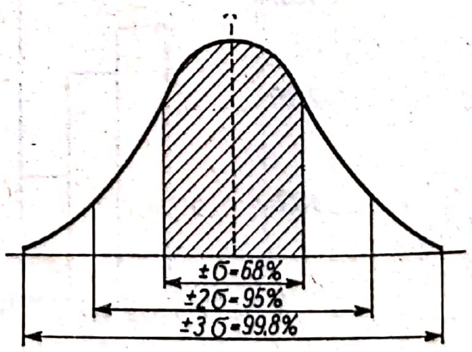


Fig. 2.6. Clopotul lui Gauss.

Scanned with OKEN Scanner

La o distribuţie perfect normală, punctelor + 1σ şi – 1σ din abscisă le corespund punctele de inflexiune ale curbei, iar suprafeţele determinate de curba corespunzătoare unui interval de la ± σ până la ± 3σ au valorile (în procente, din suprafaţa totală sub curbă) indicate pe curba din figura 2.6.

2.3.8.2. **Stabilitatea proceselor tehnologice**

În funcţie de repartiţia valorilor caracteristicilor de calitate la un reper sau produs, se poate trage concluzia asupra normalităţii şi stabilităţii procesului de fabricaţie.

Pentru a aplica controlul statistic la un proces de fabricaţie, pentru ca acesta să fie un control dinamic, preventiv, care să excludă posibilitatea apariţiei rebuturilor, trebuie, în prealabil, să se efectueze o analiză prin care să se stabilească dacă caracteristicile de calitate sunt repartizate conform curbei normale (*normalitatea procesului*), şi dacă *procesul este stabil ca precizie şi reglaj*.

Practic, un proces tehnologic este stabil ca precizie şi reglaj atunci când la toate loturile fabricate media aritmetică a caracteristicii măsurate $\overline{X}$ corespunde cu centrul câmpului de toleranţă T_c, iar dispersia valorilor măsurate se încadrează în câmpul de toleranţă ($6\sigma < T_s - T_i$), unde T_s este toleranţa superioară şi T_i este toleranţa inferioară.

În figurile 2.7 – 2.10 sunt date cele patru cazuri posibile ale unui proces tehnologic privind precizia şi reglajul acestuia. T_s şi T_i sunt valorile limită tolerate pentru caracteristica de calitate măsurată, T_c – centrul câmpului de toleranţă, $\overline{X}$ – valoarea medie a caracteristicii măsurate, iar 6σ – împrăştierea.

Un proces tehnologic este stabil *ca reglaj şi precizie* (fig. 2.7) dacă media aritmetică corespunde mijlocului câmpului de toleranţă ($\overline{X} \simeq T_c$), iar împrăştierea este mai mică decât câmpul de toleranţă ($6\sigma < T_s - T_i$).

Un proces tehnologic este *instabil ca reglaj şi stabil ca preciziei* (fig. 2.8) dacă media aritmetică nu corespunde centrului câmpului de toleranţă ($\overline{X} \neq T_c$), iar împrăştierea este mai mică decât câmpul de toleranţă ($6\sigma < T_s - T_i$).

Un proces este *stabil ca reglaj dar instabil ca precizie* (fig. 2.9) dacă media aritmetică corepunde centrului câmpului de toleranţă ($\overline{X} \simeq T_c$), iar împrăştierea este mai mare decât câmpul de toleranţă ($6\sigma > T_s - T_i$).

Un proces tehnologic este *instabil ca precizie şi reglaj* (fig. 2.10) dacă media aritmetică nu corespunde centrului câmpului de toleranţă ($\overline{X} \neq T_c$), iar împrăştierea este mai mare decât câmpul de toleranţă ($6\sigma > T_s - T_i$).

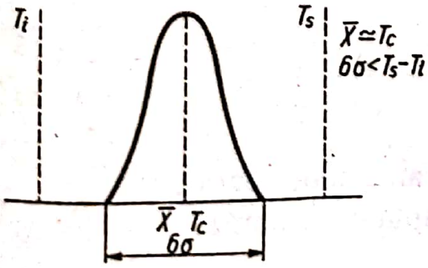


Fig. 2.7. Proces stabil ca precizie şi reglaj.

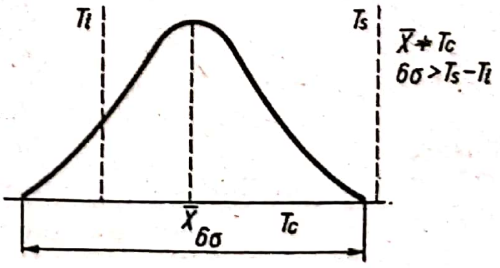


Fig. 2.8. Proces stabil ca precizie, instabil ca reglaj.

Scanned with OKEN Scanner

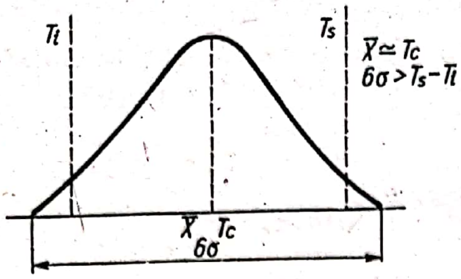


Fig. 2.9. Proces stabil ca reglaj, instabil ca precizie.

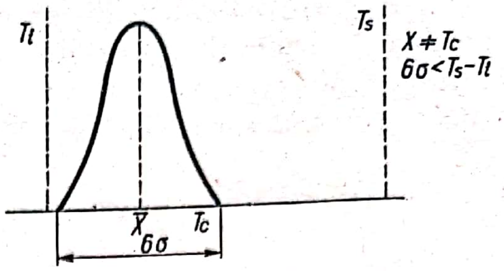


Fig. 2.10. Proces instabil ca reglaj și precizie.

2.3.9. CONTROLUL STATISTIC PE FLUX DE FABRICAȚIE

Controlul statistic pe flux de fabricație se poate aplica numai după studierea prealabilă, prin metode statistico-matematice, a stabilității procesului de fabricație (ca precizie și reglaj) și a capacității acestuia. Se concretizează practic prin prelevarea direct din flux, în ordinea fabricației, a 2 până la 12 repere (în funcție de stabilitatea și capabilitatea procesului) la intervale de timp bine determinate de 1 – 8 ore, controlându-se și calculându-se, totodată, media valorilor măsurate (care dă informații asupra stabilității procesului ca reglaj), precum și intervalul de împrăștiere al caracteristicii măsurate în cadrul mostrei prelevate (care dă informații asupra stabilității ca precizie). Rezultatele se trec în fișe de control speciale.

Întrucât pe baza mostrei prelevate*, a rezultatelor măsurătorilor și calculelor, se trage concluzia asupra stabilității procesului între două prelevări, la interpretarea rezultatelor nu trebuie să se facă referire la limitele tolerate ale caracteristicii, precizate în documentație, ci la limite mai restrânse (limite de control).

În figura 2.11 se observă că limitele de control pentru medie, L_{cs} și L_{ci}, sunt mai strânse decât limitele tolerate T_s și T_i.

Calculul celor patru limite, respectiv limita de control superioară a mediei (L_{cs}), limita de control inferioară a mediei (L_{ci}), limita de control superioară a amplitudinii (L'_{cs}) și limita de control inferioară a amplitudinii (L'_{ci}) se face, conform STAS 3160-84, astfel:

$$L_{cs} = T_s - B \cdot \bar{R}; \tag{2.5}$$

$$L_{ci} = T_i + B \cdot \bar{R}; \tag{2.6}$$

$$L'_{cs} = C \cdot \bar{R}; \tag{2.7}$$

$$L'_{ci} = D \cdot \bar{R}, \tag{2.8}$$

în care:

T_s – reprezintă valoarea tolerată maximă (toleranța superioară);
T_i – valoarea tolerată minimă (toleranța inferioară);

---

* Mărimea mostrei și timpului între două prelevări se determină pe bază de calcul. Practic, se utilizează $n = 5$ buc. și $t = 1$–2 ore.

$\overline{R}$	–	media amplitudinilor;
B, C, D	–	coeficienţii în funcţie de numărul de exemplare dintr-o selecţie, care conform STAS 3160-84 au valorile din tabelul 2.2.

Tabelul 2.2

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B	0,802	0,772	0,750	0,736	0,722	0,711	0,702	0,694	0,680	0,676	0,672
C	4,12	2,99	2,36	2,22	2,12	2,04	1,99	1,94	1,90	1,87	1,87
D	0,00	0,04	0,10	0,16	0,21	0,26	0,29	0,32	0,36	0,38	0,40

Cele patru limite se trasează pe diagrama din figura 2.11 unde, pe orizontală sunt trecute numărul probelor analizate, iar pe verticală, valorile $\overline{X}$ şi R. Se trasează pe diagramă, printr-un punct pentru fiecare probă, valorile lui $\overline{X}$ şi R.

În funcţie de repartizarea valorilor se pot trage următoarele concluzii:

– dacă valorile mediei probelor ($\overline{X}$) se află între cele două limite de control (L_{cs} şi L_{ci}), procesul tehnologic se consideră stabil ca reglaj. Dacă valorile mediilor depăşesc aceste limite, procesul este instabil ca reglaj:

– dacă valorile amplitudinilor (R) se află între cele două limite de control (L'_{cs} şi L'_{ci}) se consideră că procesul tehnologic este stabil ca precizie. Dacă valorile depăşesc limita superioară, procesul este instabil ca precizie; dacă valorile se situează sub limita inferioară de control L'_{ci} înseamnă că maşina, utilajul sau procesul tehnologic sunt prea precise faţă de operaţia pe care o execută, respectiv se utilizează un utilaj în mod neeconomicos;

– dacă valorile $\overline{X}$ şi R depăşesc limitele L_{cs}, L_{ci}, L'_{cs} atunci procesul este instabil atât ca reglaj cât şi ca precizie.

În cazul instabilităţii procesului tehnologic, trebuie să se efectueze imediat o analiză, în scopul constatării cauzelor care determină instabilitatea, pentru stabilirea măsurilor necesare îndepărtării ei.

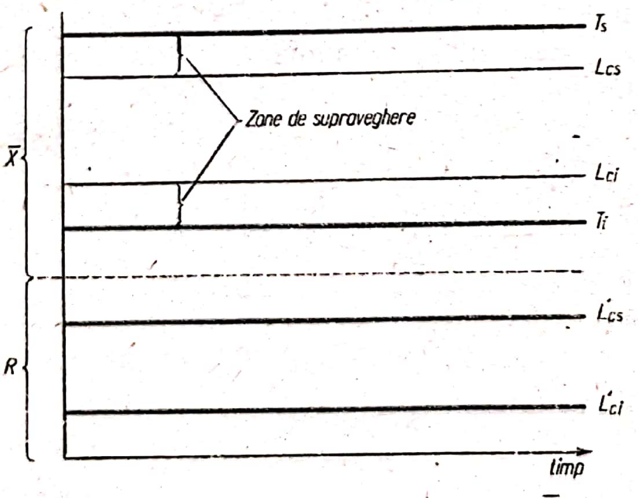


Fig. 2.11. Limitele de control pentru medie ($\overline{X}$) şi amplitudine (R).

Instabilitatea reglajului poate apărea dacă: maşina nu este pusă la punct; scula este uzată; materia primă este neomogenă de la lot la lot; reglările sunt incorect executate.

Instabilitatea preciziei poate apărea dacă: utilajul are grad de uzură avansat; personalul de servire este necalificat; materia primă este neomogenă chiar în cadrul aceluiaşi lot etc.

Scanned with OKEN Scanner

2.3.9.1. Fişa de control pentru valoarea medie şi amplitudine

Controlul se aplică la o fabricaţie de lămpi electrice cu incandescenţă; caracteristica controlată: fluxul luminos.

Limita superioară T_s = 210 lumeni.

Limita inferioară T_i = 190 lumeni.

Se prelevă din 2 în 2 ore câte 5 becuri şi se măsoară fluxul luminos. Datele obţinute se trec în fişa de control $(\overline{X}, R)$ din figura 2.12, rubrica IV.

Observaţie. Mărimea eşantionului poate varia de la 2 la 12 buc., în funcţie de nivelul tehnic al liniei de fabricaţie respective. La o linie cu tehnologie modernă, mărimea mostrei este mai mică (minim 2 buc.), iar la linii şi utilaje învechite mărimea mostrei este mai mare (maximum 12 buc.).

Faţă de nivelul tehnic al proceselor tehnologice din unităţile economice din ţară s-a stabilit o cifră medie: $n = 5$ bucăţi.

În rubrica V se fac calculele pentru fiecare selecţie de câte 5 becuri. Se stabileşte *suma* valorilor măsurate (ΣX), *valoarea medie* a caracteristicii măsurate $\left(\frac{\sum_{i=1}^{5} X_i}{5}\right)$ şi *amplitudinea* (R) care este diferenţa dintre valoarea cea mai mare şi valoarea cea mai mică dintr-o probă. Astfel la proba I de la ora 8 rezultă:

$$X = 197 + 198 + 194 + 195 + 199 = 983 \text{ lumeni}$$

$$\overline{X} = \frac{983}{5} = 196,6 \text{ lumeni}$$

$$R = 199 - 194 = 5 \text{ lumeni}$$

Se calculează limitele de control pentru valoarea medie şi amplitudinea L_{cs}, L_{ci}, L'_{cs}, L'_{ci}.

Pentru determinarea valorii lui $\overline{R}$ (media amplitudinii) se fac în prealabil, în decursul a 2 schimburi, 8 prelevări de câte 5 becuri, se determină amplitudinea la fiecare prelevare şi apoi se calculează media.

Făcând această operaţie s-au obţinut:

$R_1 = 5$ lumeni; $R_2 = 3$ lumeni; $R_3 = 1$ lumen; $R_4 = 3$ lumeni; $R_5 = 5$ lumeni; $R_6 = 2$ lumeni; $R_7 = 3$ lumeni; $R_8 = 2$ lumeni.

Atunci:

$$\overline{R} = \frac{\sum_{i=1}^{8} R_i}{8} = \frac{5+3+1+3+5+2+3+2}{8} = \frac{24}{8} = 3 \text{ lumeni.}$$

Rezultă:

$$L_{cs} = T_s - B \cdot \overline{R} = 210 - 0,736 \times 3 = 207,8 \text{ lumeni}$$

$$L_{ci} = T_i + B \cdot \overline{R} = 190 + 0,736 \times 3 = 192,2 \text{ lumeni}$$

$$L'_{cs} = C \cdot \overline{R} = 2,22 \times 3 = 6,66 \text{ lumeni}$$

$$L'_{ci} = D \cdot \overline{R} = 0,16 \times 3 = 0,48 \text{ lumeni}$$

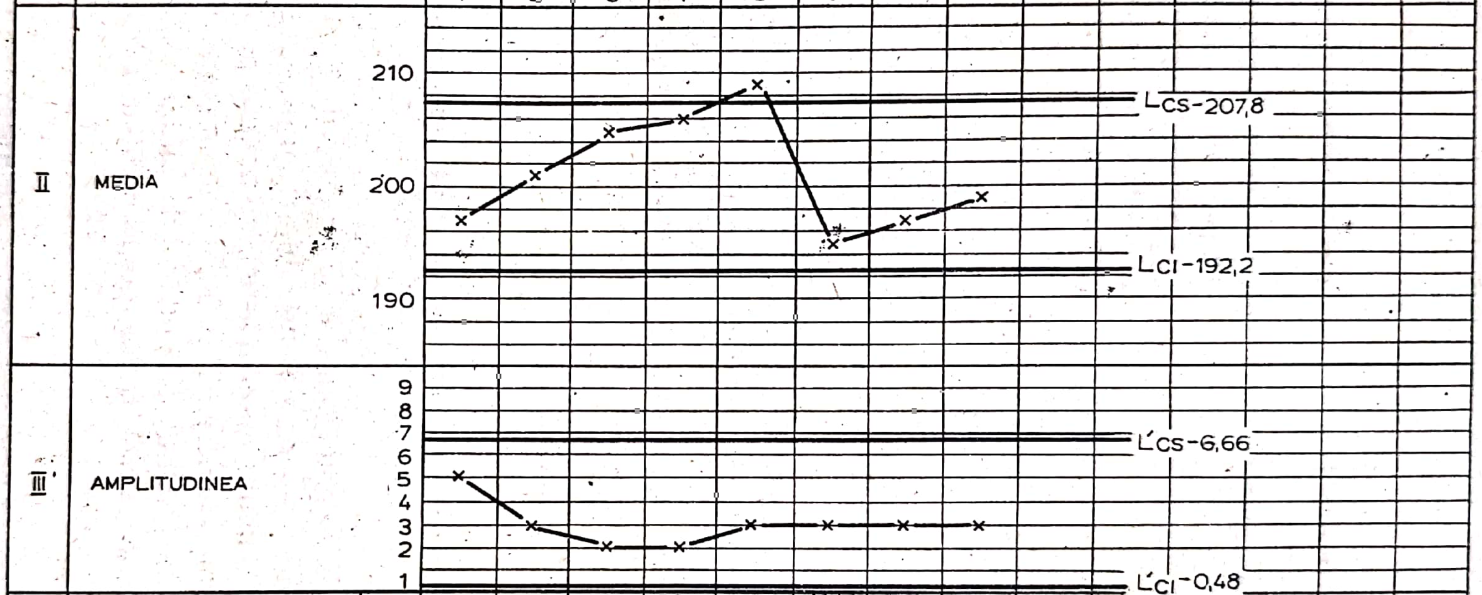
FIȘĂ DE CONTROL ($\overline{X}$, R)

Produsul: becuri electrice — *Mașina de închidere-formare* — *Limita superioară X_{max} 210 lumeni*

Operația: închidere-formare — *Cota admisă 200 ± 10 lumeni* — *Mărimea selecției 5 becuri*

Caracteristica controlată: flux luminos — *Limita inferioară X_{min} 190 lumeni* — *Interval între 2 probe 2 ore*

I	DATA															
	ORA		8	10	12	14	16	18	20	22	8	10	12	14	16	18
	NR. DE ORDINE AL PROBEI		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14



IV	VALOAREA CARACTERISTICII MĂSURATE X	1	197	201	204	207	209	194	195	198						
		2	198	202	204	205	208	191	197	198						
		3	194	200	205	206	207	195	198	201						
		4	195	199	206	207	209	197	198	200						
		5	199	200	204	205	210	195	197	199						
V	SUMA	Σx	983	1002	1023	1030	1043	975	985	996						
	MEDIA	$\overline{x}$	196,6	204	204,6	206	208,6	195	197	199,2						
	AMPLITUDINEA	R	5	3	2	2	3	3	3	3						
VI	CONCLUZIA CONTROLORULUI		C	C	C	C	C	C	C	C						

Fig. 2.12. Fișă de control ($\overline{X}$, R).

Scanned with OKEN Scanner

Cele 4 limite de control se trasează pe fişa de control $\overline{X}$, R (fig. 2.12) la rubricile II şi III, iar apoi se figurează printr-o steluţă valorile mediei şi amplitudinii pentru fiecare mostră de 5 becuri prelevate la câte 2 ore. Astfel, la proba 1 se fixează valorile obţinute pentru media $\overline{X}$ = 196,6 becuri şi amplitudinea R = 5 lumeni.

În funcţie de locul unde se plasează aceste valori, controlorul poate trage următoarele *concluzii:*

– când punctul care indică media valorilor se află între limite înseamnă că procesul este stabil ca reglaj. Dacă el se află în afara limitelor este instabil ca reglaj;

– de asemenea, dacă punctul care indică valoarea amplitudinii se află sub limita superioară (L_{cs}), procesul este stabil ca precizie, iar dacă se află peste limită, este instabil ca precizie.

În funcţie de rezultatele obţinute în urma analizei fiecărei selecţii, controlorul va scrie în rubrica VI dacă procesul este în ordine şi poate continua (C) sau dacă procesul nu este corespunzător şi trebuie oprit (O), pentru a fi luate măsurile necesare în vederea punerii lui la punct.

Deci, controlul statistic de fabricaţie se reduce în a lua în perioade bine determinate (la 2 ore, în exemplul dat) un număr de piese (5, în exemplul dat) şi, calculându-se media şi amplitudinea, se iau decizii în procesul de fabricaţie, în funcţie de încadrarea acestor parametri (medie şi amplitudine) în limitele stabilite.

Din analiza fişei de control din figura 2.12 rezultă că procesul de închidere – formare a becurilor este precis (caracteristica de precizie – amplitudinea – nu depăşeşte limita superioară de control, L'_{cs}), însă nu îşi menţine reglajul, având tot timpul tendinţa de a-şi decala media spre limita superioară. În această situaţie, se recomandă ca reglorul să facă cel puţin 2 reglaje pe schimb, reglând fluxul în vecinătatea limitei inferioare, deoarece, aşa cum rezultă şi din fişă, există tendinţa deplasării mediei spre limita superioară.

2.3.10. CONTROLUL STATISTIC DE RECEPŢIE AL LOTURILOR DE PRODUSE FINITE

Controlul statistic la recepţia loturilor de produse finite este un control care se aplică după ce un lot de repere, subansambluri sau produse au fost fabricate. La acest control, pe baza unui studiu statistico-matematic prealabil, precum şi a înţelegerii dintre furnizor şi beneficiar, se stabileşte un plan de eşantionare, prin care, în funcţie de mărimea lotului şi de nivelul de calitate stabilit, se prelevează o mostră, care se controlează, iar, în funcţie de rezultat, se acceptă sau se respinge totul.

2.3.10.1. Prelevarea eşantionului

Eşantionul sau *mostra* stă la baza controlului statistic. Pentru ca decizia să fie cât mai corectă, este indispensabil ca eşantionul să fie reprezentativ, respectiv calitatea sau defectele lui să fie similare cu cele ale lotului din care s-a

Scanned with OKEN Scanner

extras, astfel încât acesta să reprezinte cât mai bine lotul. Aceasta nu este posibil decât în măsura în care fiecare piesă din lot are şanse de a face parte din eşantion, fapt ce implică necesitatea absolută de a face o prelevare la întâmplare şi, totodată, lotul să fie cât mai uniform.

2.3.10.2. Riscurile controlului statistic de recepţie

Controlul statistic de recepţie este o metodă care se efectuează prin extragerea unui eşantion – n, dintr-un lot N unde $n < N$.

Ca orice control prin eşantionare, apar cele două riscuri şi anume riscul furnizorului – α, de a i se respinge loturi corespunzătoare calitativ şi riscul beneficiarului – β de a admite loturi necorespunzătoare calitativ.

Tabelele din STAS 3160/2-84* au fost calculate pentru riscurile $\alpha = 0{,}05$ şi $\beta = 0{,}1$, respectiv riscul furnizorului de a i se refuza 5% din loturi, deşi ele sunt corespunzătoare condiţiilor de calitate contractate şi riscul beneficiarului de a admite 10% din loturi deşi ele sunt necorespunzătoare condiţiilor calitative contractate.

Cele două riscuri α şi β pot fi diminuate şi reduse chiar la zero dacă:

– se analizează în prealabil procesul de fabricaţie şi modul pentru stabilizarea acestuia;

– se cunosc şi se aplică corect cele 4 caracteristici ale planului de eşantionare.

2.3.10.3. Planul de eşantionare

Planul de eşantionare are *patru caracteristici.* Cunoaşterea acestor caracteristici, importanţa şi alegerea lor corectă conduce la diminuarea celor două riscuri α şi β şi chiar la anularea lor. Necunoaşterea acestor caracteristici şi neaplicarea lor corectă conduce la decizii greşite, făcând controlul statistic la fel de periculos ca şi controlul prin sondaj empiric.

Cele patru caracteristici ale planului de control sunt:

– *tipul de control;*
– *nivelul de verificare* (control);
– *gradul de severitate;*
– *nivelul de calitate acceptabil – AQL.*

Notă. Scopul principal al controlului statistic, rolul lui, este acela de a controla un număr cât mai mic de produse şi să se ia o decizie cât mai corectă deoarece *CONTROLUL COSTĂ.* În continuare, se va vedea că fiecare caracteristică a planului de control are ca scop reducerea cât mai mult a eşantionului, concomitent însă cu ideea de a nu creşte nici riscul furnizorului şi nici cel al beneficiarului.

Tipul de control. Se referă la numărul de prelevări care se efectuează în timpul controlului. Sunt *trei tipuri* de control: control *simplu,* control *dublu* şi control *multiplu.*

• *Controlul simplu.* La acest tip de control se face o singură prelevare, aplicându-se schema din figura 2.13, unde A şi R sunt cifrele de acceptare şi respingere.

---

* Controlul loturilor de produse făcute pe bază de *AQL.*

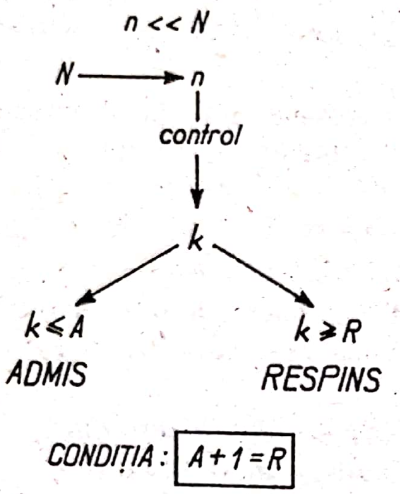


Fig. 2.13. Plan simplu de control.

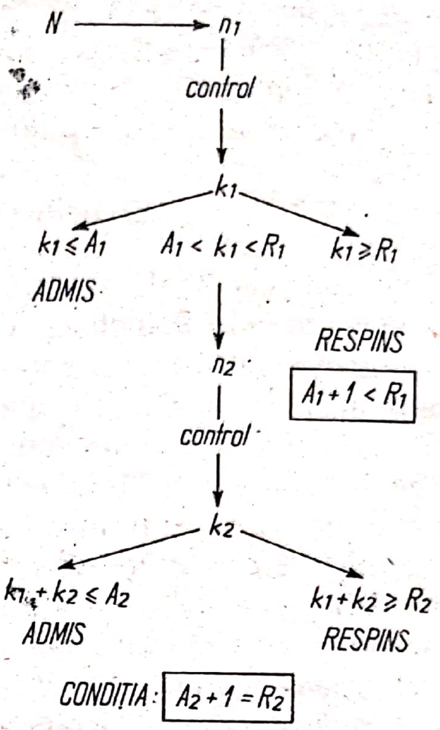


Fig. 2.14. Plan dublu de control.

La controlul simplu diferența dintre cifra de respingere R și cifra de admitere A este de o unitate.

Valorile lui n, A și R sunt date în STAS 3160/84, sau tabelele 2.3 și 2.4 care sunt extrase din acest STAS.

• *Controlul dublu.* La acest tip de control se pot face una sau două prelevări, aplicându-se schema din figura 2.14.

De precizat: dacă diferența dintre cifra de respingere și cea de admitere de la prima prelevare (R_1 și A_1) este de cel puțin două unități, diferența între R_2 și A_2 este de numai o unitate, astfel încât dacă după prima prelevare nu s-a luat decizia de admitere sau de respingere, după cea de-a doua prelevare această decizie să poată fi luată.

• *Controlul multiplu.* Acest tip de control este similar cu controlul dublu, cu diferența că se pot face până la șapte prelevări, conform schemei din figura 2.15.

De remarcat că la controlul multiplu, până la prelevarea a șasea, diferența dintre cifra de respingere și cifra de admitere este de cel puțin două unități ($A_1 + 1 < R_1$; $A_2 + 1 < R_2$; ...$A_6 + 1 < R_6$), însă $A_7 + 1 = R_7$ astfel încât dacă până la a șasea prelevare nu s-a îndeplinit condiția de admitere sau respingere să se poată lua, la a șaptea prelevare, decizia finală de admitere sau respingere.

Tipul de *control simplu* se recomandă pentru producătorii instabili sau *necunoscuți;* tipul de *control dublu* pentru producătorii *buni* sau *răi,* iar tipul de *control multiplu* pentru producători *foarte buni* sau *foarte răi.* Respectând aceste reguli, volumul eșantionului este foarte mic, deci *costuri reduse de control.*

Scanned with OKEN Scanner

Nivelul de verificare (control). *Nivelul de verificare stabileşte mărimea eşantionului faţă de importanţa caracteristicii sau produsului controlat,* de metoda de control aplicată şi de timpul de control necesar fiecărei caracteristici sau produs.

Această caracteristică a planului de control se stabileşte prin standarde, norme sau, în lipsa acestor prevederi, se alege prin acordul dintre producător şi beneficiar.

Sunt două categorii de niveluri de control:

– *Niveluri de control uzuale: NC I, NC II* şi *NC III;*

– *Niveluri de control speciale:* S_1, S_2, S_3 şi S_4.

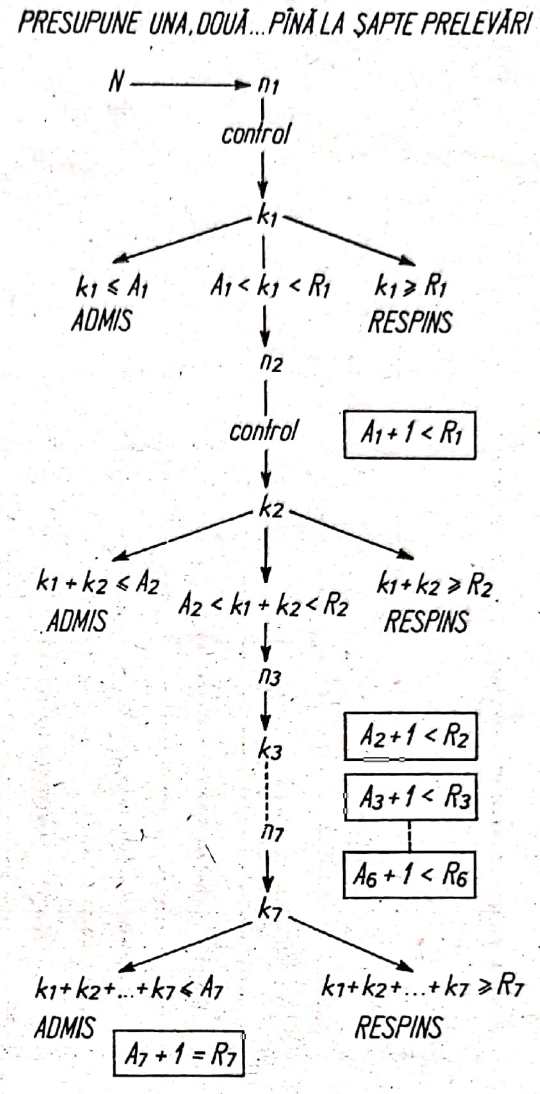


Fig. 2.15. Plan multiplu de control.

Pentru produse, repere sau caracteristici normale, cu timpi de control normali, la care nu s-au mai efectuat controale în prealabil, se aplică niveluri de control uzuale – *NC I, NC II* sau *NC III.*

Pentru produse, repere, caracteristici de importanţă mai redusă, cu timpi de control foarte mari, la care se impune un control distructiv, sau la care s-a mai efectuat în prealabil un control statistic cu un nivel uzual, se pot aplica niveluri de control speciale – S_1, S_2, S_3 sau S_4, existând însă, în acest caz, un risc mai mare de a se admite loturi cu niveluri de calitate sub cel stabilit, sau de a se respinge loturi de produse cu nivel de calitate în limitele stabilite.

De exemplu, pentru un lot de produse sau repere cuprins între N = 1201– – 3 200 bucăţi, tip de control *simplu*; mărimea mostrei prelevate variază, funcţie de nivelul de control stabilit, astfel:

Nivel de control *NC III* – n = 200 buc.
Nivel de control *NC II* – n = 125 buc.
Nivel de control *NC I* – n = 50 buc.
Nivel de control S_4 – n = 32 buc.
Nivel de control S_3 – n = 13 buc.
Nivel de control S_2 – n = 8 buc.
Nivel de control S_1 – n = 5 buc.

Astfel, dacă la un lot de 1 000 autoturisme se controlează sistemul de direcţie sau de frânare (caracteristici deosebit de importante, care pot afecta viaţa conducătorului sau a pietonilor) se va aplica un nivel de control *NC III;* în

Scanned with OKEN Scanner

schimb, dacă la acelaşi lot de autoturisme se va verifica consumul de combustibil (probă care necesită timp îndelungat) sau rezistenţa la şoc (probă distructivă) se va alege un nivel de control S_2 sau S_1.

Literatura de specialitate arată că în circa 70% din cazuri se aplică nivelul de controlul uzual *NC II*.

Tabelele 2.3, *a, b, c* şi 2.4, *a, b, c* sun t întocmit e pentru nivelul de verificare *NC II*.

Tabelul 2.3

STAS 3160/2-84

Nc= II PLANURI SIMPLE DE CONTROL NORMAL

MĂRIMEA LOTULUI (N)	Volumul eşantionului (n)	NIVEL DE CALITATE ACCEPTABIL AQL 0.1		0.15		0.25		0.40		0.65		1.0		1.5		2.5		4.0		6.5		10	
		A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
2- 8	2	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		0	1	↓	
9- 15	3	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		0	1	↑		↓	
16- 25	5	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		0	1	↑		↓		1	2
26- 50	8	↓		↓		↓		↓		↓		↓		0	1	↑		↓		1	2	2	3
51- 90	13	↓		↓		↓		↓		↓		0	1	↑		↓		1	2	2	3	3	4
91- 150	20	↓		↓		↓		↓		0	1	↑		↓		1	2	2	3	3	4	5	6
151- 280	32	↓		↓		↓		0	1	↑		↓		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8
281- 500	50	↓		↓		0	1	↑		↓		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11
501- 1200	80	↓		0	1	↑		↓		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15
1201- 3200	125	0	1	↑		↓		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22
3201- 10000	200	↑		↓		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	↑	
10001-35000	315	↓		1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	↑		↑	
35001-150000	500	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	↑		↑		↑	

a

STAS 3160/2-84

Nc= II PLANURI SIMPLE DE CONTROL REDUS

MĂRIMEA LOTULUI (N)	Volumul eşantionului (n)	NIVEL DE CALITATE ACCEPTABIL AQL 0.1		0.15		0.25		0.40		0.65		1.0		1.5		2.5		4.0		6.5		10	
		A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R
2- 8	2	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		0	1	↓	
9- 15	2	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		0	1	↑		↓	
16- 25	2	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		0	1	↑		↓		0	2
26- 50	3	↓		↓		↓		↓		↓		↓		0	1	↑		↓		0	2	1	3
51- 90	5	↓		↓		↓		↓		↓		0	1	↑		↓		0	2	1	3	1	4
91- 150	8	↓		↓		↓		↓		0	1	↑		↓		0	2	1	3	1	4	2	5
151- 280	13	↓		↓		↓		0	1	↑		↓		0	2	1	3	1	4	2	5	3	6
281- 500	20	↓		↓		0	1	↑		↓		0	2	1	3	1	4	2	5	3	6	5	8
501- 1200	32	↓		0	1	↑		↓		0	2	1	3	1	4	2	5	3	6	5	8	7	10
1201- 3200	50	0	1	↑		↓		0	2	1	3	1	4	2	5	3	6	5	8	7	10	10	13
3201-10000	80	↑		↓		0	2	1	3	1	4	2	5	3	6	5	8	7	10	10	13	↑	
10001-35000	125	↓		0	2	1	3	1	4	2	5	3	6	5	8	7	10	10	13	↑		↑	
35001-150000	200	0	2	1	3	1	4	2	5	3	6	5	8	7	10	10	13	↑		↑		↑	

b

Tabelul 2.3 (continuare)

E.A. STAS 3160/2-84

Nc= II PLANURI SIMPLE DE CONTROL SEVER

MĂRIMEA LOTULUI (N)	Volumul eşantionului (n)	NIVEL DE CALITATE ACCEPTABIL AQL 0.1 A	R	0.15 A	R	0.25 A	R	0.40 A	R	0.65 A	R	1.0 A	R	1.5 A	R	2.5 A	R	4.0 A	R	6.5 A	R	10 A	R
2 - 8	2	↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓	
9 - 15	3																			0	1		
16 - 25	5																	0	1	↓			
26 - 50	8															0	1	↓				1	2
51 - 90	13													0	1	↓				1	2	2	3
91 - 150	20											0	1	↓				1	2	2	3	3	4
151 - 280	32									0	1	↓				1	2	2	3	3	4	5	6
281 - 500	50							0	1	↓				1	2	2	3	3	4	5	6	8	9
501 - 1200	80					0	1	↓				1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13
1201 - 3200	125			0	1	↓				1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19
3201 - 10000	200	0	1	↓				1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19	↑	
10001 - 35000	315	↓				1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19	↑			
35001 - 150000	500			1	2	2	3	3	4	5	6	8	9	12	13	18	19	↑					

c

Tabelul 2.4

STAS 3160/2-84

Nc= II PLANURI DUBLE DE CONTROL NORMAL

n/A-R; n/A₁-R₁, A₂-R₂

N \ AQL	0.1	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10
2 - 8										2/0-1	
9 - 15									3/0-1		
16 - 25								5/0-1			3/0-2; 1-2
26 - 50							8/0-1			5/0-2; 1-2	5/0-3; 3-4
51 - 90						13/0-1			8/0-2; 1-2	8/0-3; 3-4	8/1-4; 4-5
91 - 150					20/0-1			13/0-2; 1-2	13/0-3; 3-4	13/1-4; 4-5	13/2-5; 6-7
151 - 280				32/0-1			20/0-2; 1-2	20/0-3; 3-4	20/1-4; 4-5	20/2-5; 6-7	20/3-7; 8-9
281 - 500			50/0-1			32/0-2; 1-2	32/0-3; 3-4	32/1-4; 4-5	32/2-5; 6-7	32/3-7; 8-9	32/5-9; 12-13
501 - 1200		80/0-1			50/0-2; 1-2	50/0-3; 3-4	50/1-4; 4-5	50/2-5; 6-7	50/3-7; 8-9	50/5-9; 12-13	50/7-11; 18-19
1201 - 3200	125/0-1			80/0-2; 1-2	80/0-3; 3-4	80/1-4; 4-5	80/2-5; 6-7	80/3-7; 8-9	80/5-9; 12-13	80/7-11; 18-19	80/11-16; 26-27
3201 - 10000			125/0-2; 1-2	125/0-3; 3-4	125/1-4; 4-5	125/2-5; 6-7	125/3-7; 8-9	125/5-9; 12-13	125/7-11; 18-19	125/11-16; 26-27	↑
10001 - 35000		200/0-2; 1-2	200/0-3; 3-4	200/1-4; 4-5	200/2-5; 6-7	200/3-7; 8-9	200/5-9; 12-15	200/7-11; 18-19	200/11-16; 26-27	↑	
35001 - 150000	315/0-2; 1-2	315/0-3; 3-4	315/1-4; 4-5	315/2-5; 6-7	315/3-7; 8-9	315/5-9; 12-13	315/7-11; 18-19	315/11-16; 26-27	↑		

Scanned with OKEN Scanner

STAS 3160/2-84

Nc = II PLANURI DUBLE DE CONTROL REDUS											
	n/A-R										$n/\frac{A_1-R_1}{A_2-R_2}$
N \ AQL	0,1	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10
2- 8										2/0-1	
9- 15									~~2/0-1~~		2/0-2
16- 25								2/0-1		$2/\frac{0-2}{0-2}$	
26- 50							3/0-1		$3/\frac{0-2}{0-2}$		$2/\frac{0-3}{0-4}$
51- 90						5/0-1		$5/\frac{0-2}{0-2}$		$3/\frac{0-3}{0-4}$	$3/\frac{0-4}{1-5}$
91- 150					8/0-1		$8/\frac{0-2}{0-2}$		$5/\frac{0-3}{0-4}$	$5/\frac{0-4}{1-5}$	$5/\frac{0-4}{3-6}$
151- 280				13/0-1		$13/\frac{0-2}{0-2}$		$8/\frac{0-3}{0-4}$	$8/\frac{0-4}{1-5}$	$8/\frac{0-4}{3-6}$	$8/\frac{1-5}{1-7}$
281- 500			20/0-1		$20/\frac{0-2}{0-2}$		$13/\frac{0-3}{0-4}$	$13/\frac{0-4}{1-5}$	$13/\frac{0-4}{3-6}$	$13/\frac{1-5}{4-7}$	$13/\frac{2-7}{6-9}$
501- 1 200		32/0-1		$32/\frac{0-2}{0-2}$		$20/\frac{0-3}{0-4}$	$20/\frac{0-4}{1-5}$	$20/\frac{0-4}{3-6}$	$20/\frac{1-5}{4-7}$	$20/\frac{2-7}{6-9}$	$20/\frac{3-8}{8-12}$
1 201- 3 200	50/0-1		$50/\frac{0-2}{0-2}$		$32/\frac{0-3}{0-4}$	$32/\frac{0-4}{1-5}$	$32/\frac{0-4}{3-6}$	$32/\frac{1-5}{4-7}$	$32/\frac{2-7}{6-9}$	$32/\frac{3-8}{8-12}$	$32/\frac{5-10}{12-16}$
3 201- 10 000		$80/\frac{0-2}{0-2}$		$50/\frac{0-3}{0-4}$	$50/\frac{0-4}{1-5}$	$50/\frac{0-4}{3-6}$	$50/\frac{1-5}{4-7}$	$50/\frac{2-7}{6-9}$	$50/\frac{3-8}{8-12}$	$50/\frac{5-10}{12-16}$	↑
10 001- 35 000	$125/\frac{0-2}{0-2}$		$80/\frac{0-3}{0-4}$	$80/\frac{0-4}{1-5}$	$80/\frac{0-4}{3-6}$	$80/\frac{1-5}{4-7}$	$80/\frac{2-7}{6-9}$	$80/\frac{3-8}{8-12}$	$80/\frac{5-10}{12-16}$	↑	
35 001-150 000		$125/\frac{0-3}{0-4}$	$125/\frac{0-4}{1-5}$	$125/\frac{0-4}{3-6}$	$125/\frac{1-5}{4-7}$	$125/\frac{2-7}{6-9}$	$125/\frac{3-8}{8-12}$	$125/\frac{5-10}{12-16}$	↑		

b

STAS 3160/2-84

Nc = II PLANURI DUBLE DE CONTROL SEVER											
	n/A-R										$n/\frac{A_1-R_1}{A_2-R_2}$
N \ AQL	0,1	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10
2- 8										3/0-1	
9- 15									5/0-1		$5/\frac{0-2}{1-2}$
16- 25								8/0-1			
26- 50							13/0-1			$8/\frac{0-2}{1-2}$	
51- 90						20/0-1			$13/\frac{0-2}{1-2}$		$8/\frac{0-3}{3-4}$
91- 150					32/0-1			$20/\frac{0-2}{1-2}$		$13/\frac{0-3}{3-4}$	$13/\frac{1-4}{4-5}$
151- 280				50/0-1			$32/\frac{0-2}{1-2}$		$20/\frac{0-3}{3-4}$	$20/\frac{1-4}{4-5}$	$20/\frac{2-5}{6-7}$
281- 500			80/0-1			$50/\frac{0-2}{1-2}$		$32/\frac{0-3}{3-4}$	$32/\frac{1-4}{4-5}$	$32/\frac{2-5}{6-7}$	$32/\frac{3-7}{11-12}$
501- 1 200		125/0-1			$80/\frac{0-2}{1-2}$		$50/\frac{0-3}{3-4}$	$50/\frac{1-4}{4-5}$	$50/\frac{2-5}{6-7}$	$50/\frac{3-7}{11-12}$	$50/\frac{6-10}{10-16}$
1 201- 3 200	200/0-1			$125/\frac{0-2}{1-2}$		$80/\frac{0-3}{3-4}$	$80/\frac{1-4}{4-5}$	$80/\frac{2-5}{6-7}$	$80/\frac{3-7}{11-12}$	$80/\frac{6-10}{15-16}$	$80/\frac{9-14}{23-24}$
3 201- 10 000			$200/\frac{0-2}{1-2}$		$125/\frac{0-3}{3-4}$	$125/\frac{1-4}{4-5}$	$125/\frac{2-5}{6-7}$	$125/\frac{3-7}{11-12}$	$125/\frac{6-10}{15-16}$	$125/\frac{9-14}{23-24}$	↑
10 001- 35 000	$500/\frac{0-2}{1-2}$	$315/\frac{0-2}{1-2}$		$200/\frac{0-3}{3-4}$	$200/\frac{1-4}{4-5}$	$200/\frac{2-5}{6-7}$	$200/\frac{3-7}{11-12}$	$200/\frac{6-10}{15-16}$	$200/\frac{9-14}{23-24}$	↑	
35 001-150 000			$315/\frac{0-3}{3-4}$	$315/\frac{1-4}{4-5}$	$315/\frac{2-5}{6-7}$	$315/\frac{3-7}{11-12}$	$315/\frac{6-10}{15-16}$	$315/\frac{9-14}{23-24}$	↑		

c

Gradul de severitate. Gradul de severitate stabileşte mărimea eşantionului şi a condiţiei de acceptare a loturilor, funcţie de stabilitatea proceselor de fabricaţie la furnizori, de seriozitatea acestora, respectiv de rezultatele controalelor anterioare.

Se disting trei grade de severitate: *normal*, *redus* şi *sever*.

Scanned with OKEN Scanner

Normal: este gradul de severitate care se aplică la controale singulare (controlul statistic al unor loturi întâmplătoare) sau când se controlează pentru prima dată un produs.

Sever: după cum îi este şi denumirea, acest grad de severitate este mai pretenţios decât cel normal. Pentru aceleaşi condiţii de control, mărimea eşantionului (n), în cazul controlului sever, este aceeaşi ca şi la controlul normal, în schimb volumul defectelor pentru care se admite (A) sau se respinge (R) lotul este mai mic, respectiv:

$$
\begin{gathered}
n_s = n_n \\
A_s < A_n \\
R_s < R_n
\end{gathered}
\tag{2.9}
$$

Redus: în acest caz mărimea eşantionului este mai mică decât în cazul controlului normal, iar volumul defectelor pentru care se admite sau se respinge lotul este, de asemenea, mai mic decât în cazul controlului normal. În toate cazurile, riscurile α şi β sunt aceleaşi, dacă se respectă schema de severitate din figura 2.16.

Regula de severitate a controlului este următoarea:

– Când se aplică pentru prima oară controlul statistic de recepţie la un furnizor, la o echipă sau la o secţie, se începe cu gradul de severitate *normal.*

– Dacă aplicând controlul *normal,* se admit consecutiv 10 loturi de aceleaşi produse, se poate trage concluzia că la furnizorul, echipa sau secţia respectivă procesul de fabricaţie este stabilizat şi, în acest caz, *se poate trece* la gradul de severitate *redus* (un eşantion mai mic şi cifra de admitere A, în aceeaşi proporţie, mai mică faţă de controlul *normal*).

– Dacă, aplicând gradul de severitate *redus* apare un lot respins, în mod obligatoriu *se revine* la gradul de severitate *normal.* Se revine la controlul *normal* şi în cazul în care, aplicând controlul *redus,* numărul de defecte găsite în eşantion este mai mare decât cifra de admitere însă mai mic decât cifra de respingere: $A_r < k < R_r$. În acest caz, lotul se *admite* însă se revine obligatoriu la gradul de severitate *normal.*

– Dacă, aplicând gradul de severitate *normal,* apar două loturi respinse din cinci loturi controlate, rezultă că procesul de fabricaţie la furnizor, echipă sau secţie este instabil şi atunci *se trece obligatoriu* la gradul de severitate *sever.*

– Dacă, aplicând gradul de severitate *sever* se admit cinci loturi consecutive, rezultă că procesul de fabricaţie s-a restabilit şi atunci *se poate reveni* la gradul de severitate *normal.*

– În cazul în care se aplică controlul *sever,* consecutiv la 10 loturi (nu a fost îndeplinită condiţia de 5 loturi admise consecutiv pentru a se reveni la controlul normal), atunci înseamnă că procesul de fabricaţie este total instabil şi *se opreşte verificarea* la produsul respectiv.

Trecerea de la un grad de severitate la altul, conform STAS 3160/84, este obligatorie.

În figura 2.16 este dată schema de severitate a controlului statistic de recepţie.

N o t ă. Gradul de severitate nu se stabileşte prin contracte, standarde, tehnologii de control etc. El se stabileşte de către controlor, funcţie de rezultatele controalelor anterioare.

Scanned with OKEN Scanner

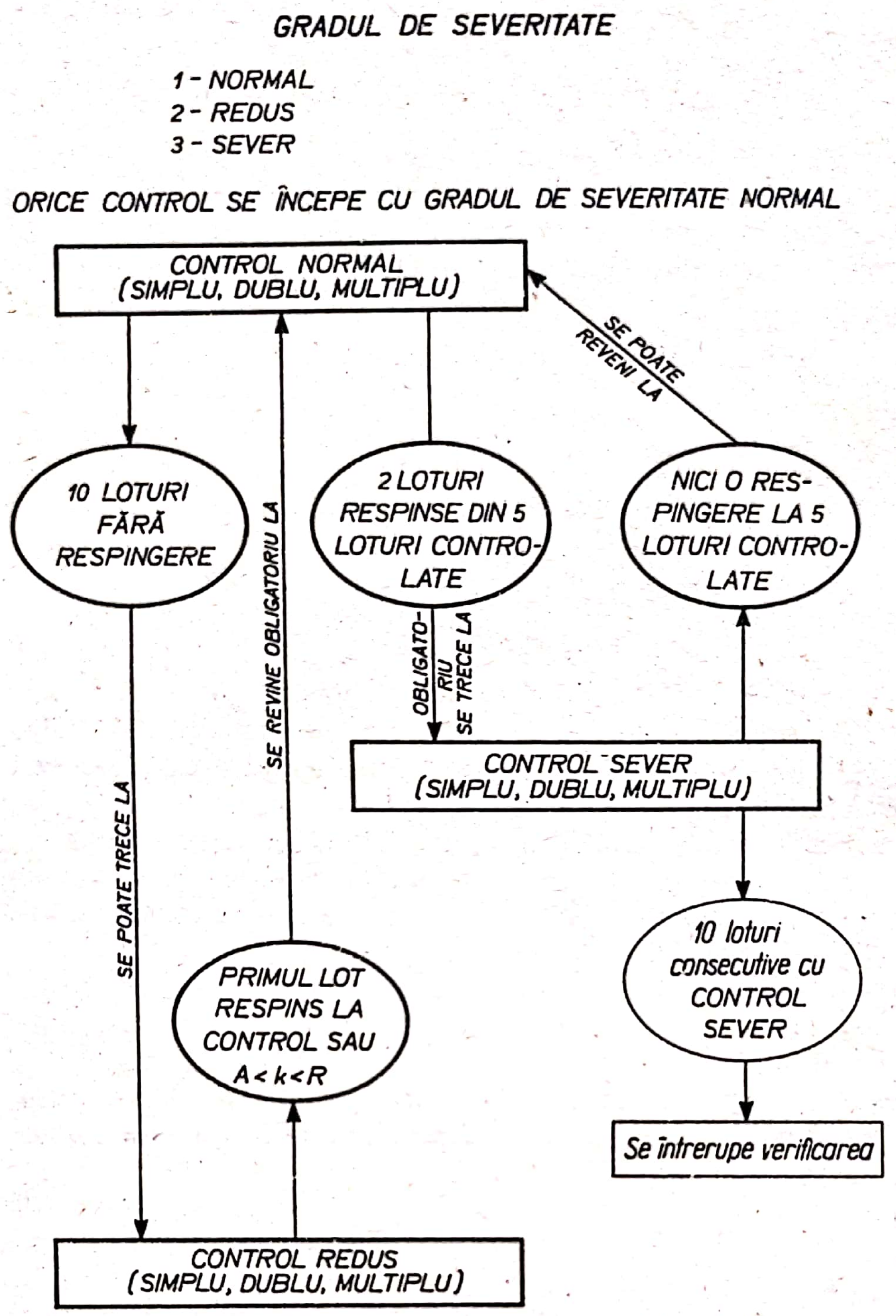


Fig. 2.16. Schema de severizare a controlului statistic.

Nivelul de calitate acceptabil – AQL*. Nivelul de calitate acceptabil se dă în procente (%) şi are valori de la 0,01 la 10%, cu următoarea suită:

0,01: 0,015; 0,025; 0,04; 0,065;
0,1; 0,15; 0,25; 0,4; 0,65;
1; 1,5; 2,5; 4; 6,5; 10.

Indiferent de tipul de control (simplu, dublu, multiplu), nivelul de verificare (*NC III, NC II, NC I,* S_4, S_3, S_2, S_1) gradul de severitate (normal, redus, sever)

* AQL – în lb. engleză ACCEPTABILE QUALITY LEVEL, simbolizare preluată de literatura de specialitate şi de majoritatea standardelor şi normelor naţionale şi internaţionale.

Scanned with OKEN Scanner

sau nivelul de calitate acceptabil (0,01–10%), planul de control statistic are o curbă operativă (fig. 2.17) a cărei alură este determinată de cele 29 variante ale celor 4 caracteristici.

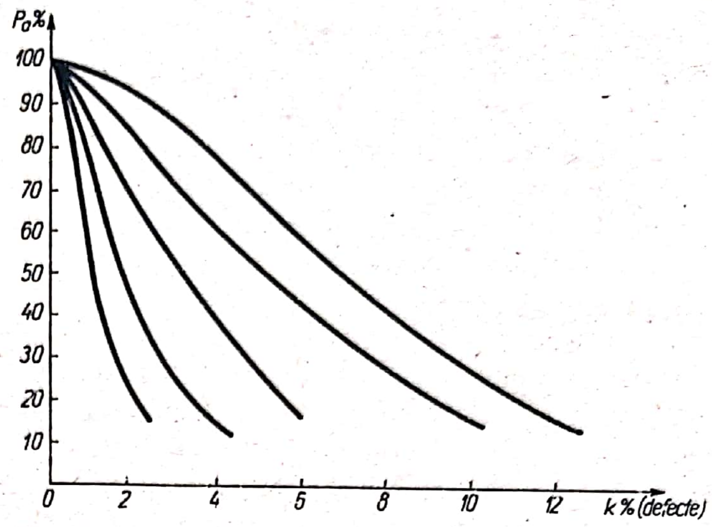


Fig. 2.17. Curbele operative ale planului de eşantionare.

Practic curba de eficacitate are următoarea interpretare:

– dacă într-un lot procentul de defecte este zero, probabilitatea de acceptare este de 100% (fig. 2.18);

– dacă într-un lot procentul de defecte este 100%, probabilitatea de acceptare este nulă.

Unui risc al furnizorului α = 0,05, îi corespunde pe abscisă un procent de defecte *k* egal cu *AQL*.

Deci *AQL* este procentul maxim de defecte dintr-un lot, care controlat cu acel *AQL* are riscul de a fi respins în proporţie de până la 5%.

Din figura 2.18 mai rezultă că un lot cu un procent de defecte *k* = 2 *AQL* are probabilitatea de acceptare de peste 50%, iar la 3 *AQL* de 13%.

Deci, rezultă clar că la *un lot controlat şi admis cu o anumită valoare de AQL*, procentul de defecte existent în acest lot poate fi mai mic, însă şi de două şi chiar trei ori mai mare, decât *AQL*-ul cu care a fost controlat lotul respectiv.

Nivelul de calitate acceptabil este singura caracteristică a planului de eşantionare care condiţionează direct calitatea produsului. El se stabileşte prin contracte, standarde sau tehnologii de control.

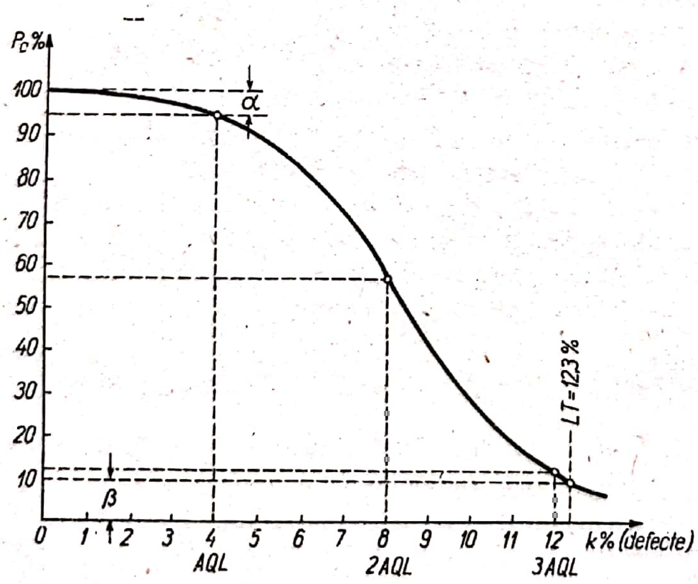


Fig. 2.18. Probabilitatea de acceptare funcţie de defectele din lot.

Alegerea *AQL*-ului este, în primul rând, o problemă cotractuală între furnizor şi beneficiar, deoarece un *AQL* foarte strâns impune fie o fabricaţie foarte stabilă (precisă), fie sortarea prealabilă a produselor realizate şi rebutarea celor ce nu se încadrează în condiţiile contractuale. În ambele cazuri, un *AQL* foarte strâns este costisitor pentru furnizor, impunându-i acestuia fie un flux tehnologic automat, dotat cu utilaje perfecţionate, fie pierderi mari prin sortarea şi rebutarea produselor

Scanned with OKEN Scanner

ce nu se încadrează în limitele documentației. De aceea, în contractele economice prețul produselor la care s-a stabilit recepția pe baza unui *AQL* mai larg este mai scăzut, iar la cele cu un *AQL* mai strâns este mai ridicat.

Alegerea *AQL*-ului se face însă și în funcție de importanța produsului sau caracteristicii controlate. În literatura de specialitate, în practică, aceste caracteristici au fost împărțite în diverse categorii: *critică, majoră* și *minoră*, sau *critică, principală, secundară* și *minoră:* sau *critică 1 și 2; majoră 1* și *2, minoră 1* și *2* etc.

Indiferent de sistemul de categorisire a caracteristicilor (sau a defectelor, deoarece o caracteristică critică necorespunzătoare reprezintă un defect critic), în stabilirea *AQL*-ului, pe baza căruia se controlează produsele, se urmărește ca în lotul acceptat la control, defectele critice să fie practic zero, defectele principale sau majore într-o proporție care să nu afecteze utilizarea produsului, iar defectele secundare sau minore să nu depășească o limită rezonabilă, care să influențeze aspectul comercial al produsului.

2.3.10.4. **Utilizarea tabelelor de control statistic de recepție**

Pentru aplicarea controlului statistic de recepție trebuie întocmit planul de eșantioane. Pentru aceasta este necesară stabilirea următoarelor elemente: *tipul de control* (simplu, dublu, multiplu); *gradul de severitate al controlului* (normal, redus, sever); *nivelul de calitate acceptabil – AQL; nivelul de verificare – NC*. În plus, pentru a controla un lot este necesară *mărimea lotului – N*. Cu aceste elemente utilizând STAS 3160/84 sau rigla de calcul, se obține:

– *mărimea mostrei* (eșantionului) ce trebuie prelevată – *n;*
– *numărul maxim de defecte pentru care se admite lotul – A;*
– *numărul minim de defecte pentru care se respinge lotul – R.*

Aplicația 2.1. Pentru controlul unui lot de 5 560 cămăși bărbătești, au fost stabilite următoarele: tipul controlului – *simplu*; gradul de severitate – *normal*; *AQL* – 2,5% *NC – II; N* = 5 560.

Folosind tabelul 2.3, *a*, se obține:

Volumul lotului $N = 5\,560$ se încadrează între 3 201 – 10 000. Corespunde un eșantion $n = 200$ cămăși. Citind în dreptul lui $AQL = 2{,}5\%$ se obține $A = 10$; $R = 11$.

Concluzie. Dacă la controlul celor 200 cămăși se găsesc maximum 10 cămăși cu defecte, se admite lotul. Dacă numărul de cămăși cu defecte depășește cifra 10, atunci lotul se respinge.

Aplicația 2.2. Dacă se aplică gradul de severitate *redus* (folosind tab. 2.3., *b*) se obțin pentru același exemplu ($AQL = 2{,}5\%$; *NC – II* și $N = 5\,560$) următoarele date: $p = 80$; $A = 5$; $R = 8$.

Concluzie. Se observă că atât mărimea mostrei (*n*), cât și numărul de defecte admis (*A*) sunt mult mai mici decât în cazul precedent; în cazul când ca urmare a controlului celor 80 cămăși se obțin maximum 5 defecte, *lotul se admite*; dacă în mostră se află 8 sau mai multe cămăși cu defecte este cuprins între 5 și 8 (respectiv 6 sau 7 cămăși defecte) *se admite lotul, dar se revine la control normal.*

Aplicația 2.3. Aplicând gradul de severitate *sever* la același exemplu (tab. 2.3, *c*) se obțin următoarele date $n = 200$; $A = 8$ și $R = 9$.

Concluzie. Se observă că valorile lui *A* și *R* sunt mai reduse decât în cazul gradului de severitate normal pentru același volum al eșantionului ($n = 200$).

Aplicația 2.4. Folosind aceleași date ca în cazul controlului simplu și utilizând tabelul 2.4, *a* se obține pentru tipul de control *dublu, normal*:

$$n_1 = 125;\ A_1 = 5;\ R_1 = 9$$

$$n_2 = 125;\ A_2 = 12;\ R_2 = 13$$

Scanned with OKEN Scanner

Concluzie. După prima prelevare de n = 125 bucăţi, dacă se găsesc maximum 5 defecte, se admite lotul. Dacă se găsesc 9 defecte sau mai multe, se respinge lotul. Dacă numărul defectelor este de 6,7 sau 8 se face o a doua prelevare de încă 125 produse. Dacă numărul de produse cu defecte găsite în ambele eşantioane nu depăşeşte cifra 12 se admite lotul, iar dacă depăşeşte această cifră lotul se respinge definitiv, fiind necesară o resortare.

Aplicaţia 2.5. Un lot N = 3 425 becuri electrice. Plan de eşantionare: *simplu; NC II; AQL* = 1%. Ultimele 9 loturi au fost admise. Dacă la control s-au găsit 4 becuri defecte, care este decizia controlorului?

Din tabelul 2.3, *a* rezultă n = 200 buc.; A = 5; R = 6. Întrucât $k < A$ (4 < 5) lotul se admite şi *întrucât au fost* admise *consecutiv 10 loturi*, la *controlul lotului următor* se poate *trece la gradul de severitate REDUS*.

Aplicaţia 2.6. Un lot N = 147 electromotoare. Plan de eşantionare: *simplu, NC II; AQL* = = 0,15: *Normal*. Se cere n, A şi R.

Din tabelul 2.3, *a*, la lotul cuprins între 91 – 150 rezultă n = 20, însă la AQL = 0,15% apare o săgeată care ne trimite la un alt plan de eşantionare şi anume n = 80; A = 0; R = 1. Deci, atenţie (!) când în tabelele 2.3. şi 2.4. sau standardul 3160/2-80 apar săgeţi, acestea stabilesc şi mărimea eşantionului care trebuie să fie pe acelaşi rând cu cifrele de admitere şi respingere (A şi R).

2.3.10.5. Metoda zero acceptare — A = 0*

Este o formă superioară a STAS 3160/2-84, deoarece apără mai bine beneficiarul, scăzându-i riscul de a accepta loturi de produse la care procentul de defecte este cu mult mai mare decât *AQL*-ul cu care s-a controlat.

Iniţiată încă din anul 1960, metoda A = 0 a început să fie aplicată doar în deceniul 9 al secolului nostru**.

Principiul de bază al metodei este acela că loturile se admit numai dacă în eşantion nu s-a găsit nici un defect.

Faţă de STAS 3160/2-84, metoda *zero acceptare* prezintă 4 *avantaje:*

– *scade riscul beneficiarului* de a accepta loturi necorespunzătoare;

– *eşantionul la zero acceptare este mai mic* decât în cazul aplicării STAS 3160/2-84 (deci, în continuare, lupta pentru a se controla cât mai puţin);

– *elimină unele anomalii* ale STAS 3160/2-84 (la loturile mici sau cu *AQL*-uri strânse, la care, urmare calculelor şi rotunjirilor efectuate, cifra de admitere a fost stabilită ca fiind 0; 1 sau 2, erorile sunt foarte mari, deoarece 2 faţă de 1 este dublu, iar 1 faţă de zero este mai mult decât dublu);

– *elimină anomalia de a accepta loturi cu defecte în eşantion.*

Motto-ul metodei zero acceptare este: *Dacă lupţi pentru zero defecte cum să accepţi defectele în eşantion!*

Diferenţa practică dintre cele două metode constă în următoarele:

– aplicând STAS 3160/2-84 la un lot oarecare, *indiferent de mărimea AQL-ului, mărimea eşantionului este aceeaşi,* având valori bine stabilite; în schimb, la *zero acceptare mărimea eşantionului variază, funcţie atât de mărimea lotului,* cât şi de *valoarea AQL-ului, putând avea orice valoare;*

– aplicând STAS 3160/2-84 *loturile se admit chiar dacă în eşantion se găsesc produse sau caracteristic defecte,* în schimb, *la zero acceptare un defect în eşantion conduce la respingerea lotului;*

* În prezent se află sub tipar un standard de stat cu această metodă, cu aplicare din 1990.
** În S.U.A. este folosită ca metodă de inspecţie a Departamentului de Stat.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 2.5

Planuri de eşantionare cu număr de acceptare zero (A = 0). Valori de indexare ale lui AQL asociat în procente

Efectivul lotului N \ *AQL*	0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0
	Efectivul eşantionului *n*															
2 la 8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5	3	2	2
9 la 15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	13	8	5	3	2	2
16 la 25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	20	13	8	5	3	2	2
26 la 50	*	*	*	*	*	*	*	*	32	20	13	8	5	5	5	3
51 la 90	*	*	*	*	*	*	80	50	32	20	13	8	7	6	5	4
91 la 150	*	*	*	*	*	125	80	50	32	20	13	12	11	7	6	5
151 la 280	*	*	*	*	200	125	80	50	32	20	20	18	13	10	7	6
281 la 500	*	*	*	315	200	125	80	50	48	47	29	21	16	11	9	7
501 la 1 200	*	800	500	315	200	125	80	75	73	47	34	27	19	15	11	8
1 201 la 3 200	1 250	800	500	315	200	125	120	116	73	53	42	35	23	18	13	9
3 201 la 10 000	1 250	800	500	315	200	192	189	116	86	68	50	38	29	22	15	9
10 001 la 35 000	1 250	800	500	315	300	294	189	135	108	77	60	46	35	29	15	9
35 001 la 150 000	1 250	800	500	480	476	294	218	170	123	96	74	56	40	29	15	9
150 001 la 500 000	1 250	800	750	715	476	354	270	200	156	119	90	64	40	29	15	9
500 001 şi peste	1 250	1 200	1 112	715	556	435	303	224	189	143	102	64	40	29	15	9

*Indică faptul că întreg lotul trebuie verificat.

Observaţie. Numărul de acceptare *A*, în toate cazurile este egal cu zero.

– la STAS 3160/2-84 *apar cele 6 caracteristici ale planului* de eşantionare (tip control, nivel control, grad de severitate şi *AQL*), în timp ce la *zero acceptare apare o singură caracteristică: nivelul de calitate acceptabil – AQL.* Din acest considerent, metoda se mai numeşte *„metoda zero acceptare cu AQL asociat"*.

Aplicaţia 2.7. De exemplu, un lot N = 1 300 buc. Plan de eşantionare: *Simplu, NC II, Normal, AQL* = 1%, respectiv *AQL* = 4%.

Aplicând STAS 3160/2-84 (tab. 2.3., *a*) rezultă:

AQL [%]	*n*	*A*
1	125	3
4	125	10

Aplicaţia 2.8. De exemplu, aplicând la acelaşi lot N = 1 300 buc., metoda zero acceptare cu *AQL* asociat, rezultă:

AQL asociat	*n*	*A*
1%	42	0
4%	18	0

Se observă că mărimea eşantionului, în acest caz, este mult mai mică şi variază funcţie de *AQL*.

În figura 2.19 sunt date curbele de eficacitate pentru cele două metode (*AQL* = 4%).

Se observă că loturile care conţin defecte în proporţie de 6% au probabilitatea de acceptare de 80% în cazul aplicării STAS 3160/2-84 şi de numai 33% în cazul metodei *Zero acceptare*.

În tabelul 2.5 este dată mărimea eşantioanelor, funcţie de mărimea lotului şi valoarea *AQL*-ului. Se observă că la acelaşi lot, cu cât creşte valoarea *AQL*-ului cu atât scade eşantionul.

2.3.11. ORGANIZAREA COMPARTIMENTELOR C.T.C. – LABORATOARE, ÎN SCOPUL ASIGURĂRII ŞI CONTROLULUI CALITĂŢII PRODUSELOR

Compartimentele de control tehnic al calităţii, funcţie de gradul societăţii comerciale, de complexitatea acesteia, pot fi organizate la nivel de serviciu, birou, colectiv, independent, laborator de verificări şi formaţie de lucru.

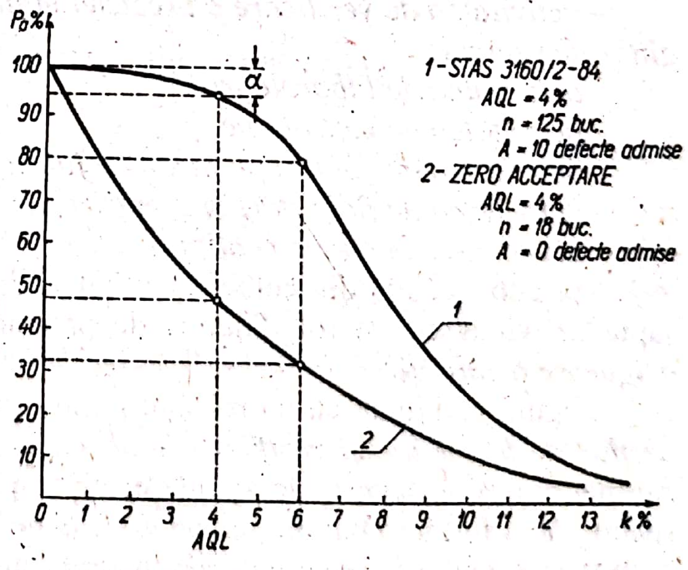


Fig. 2.19. Curbele de eficacitate pentru cele două metode.

Scanned with OKEN Scanner

Indiferent însă de nivelul de organizare, *rolul acestor compartimente este, în primul rând, de asigurare a calității produselor și apoi de controlul modului în care a fost realizată calitatea.*

În acest context, compartimentele de CTC au, pe lângă sarcinile de control de pe flux de fabricație și final, și atribuția de asigurare a calității, și anume: de a nu permite introducerea în procesul de fabricație de produse neomologate și netestate; de a se folosi numai materii prime și materiale cu caracteristici fizico-chimice prescrise în documentația omologată; de a se stabili metode de control atât la recepție, cât și pentru procesul de fabricație; de a verifica capabilitatea mașinilor, utilajelor și tehnologiilor, astfel încât acestea să permită realizarea de operații, repere și piese la nivelul documentației omologate; de a asigura locurile de măsurare cu mijloace de măsurare, cu intervalul și precizia de măsurare impuse; de a urmări comportarea la beneficiari a produselor, atât din punct de vedere al satisfacerii cerințelor acestora, cât și în comparație cu produsele similare aflate pe piața internă și externă; în final, de a analiza cu specialiștii din societatea comercială sau din alte unități colaboratoare deficiențele ce apar în procesul de fabricație propriu sau la beneficiari, de a stabili cauzele ce le-au generat și de a acționa cu fermitate și exigență pentru eliminarea acestora.

Pentru a răspunde acestei sarcini de *control total*, compartimentele de CTC trebuie să se organizeze pe *opt activități distincte*, prin care să controleze dar, totodată, să asigure calitatea produselor și serviciilor, indiferent de forma organizatorică sau de încadrarea cu personal muncitor.

În cazul în care într-o unitate activează un număr restrâns de CTC-iști (3–4 persoane), cele opt activități trebuie distribuite concret și distinct pe aceștia, chiar dacă o singură persoană va avea de efectuat și urmărit două sau mai multe activități.

Cele opt activități sunt:

– *activitatea de omologări și metode de control,*

– *activitatea de recepție a materiilor prime, materialelor și reperelor aprovizionate;*

– *activitatea de verificare a preciziei mijloacelor de producție și a tehnologiilor de execuție;*

– *activitatea de laboratoare;*

– *activitatea de metrologie;*

– *activitatea de control pe fluxul de fabricație și verificări finale;*

– *activitatea de fiabilitate și urmărirea comportării în exploatare;*

– *activitatea de analiza calității.*

Așa cum rezultă din cele opt activități din cadrul Compartimentului CTC, șapte activități au un rol dinamic de prevenire a neajunsurilor, respectiv de *asigurare a calității.*

Singura activitate cu un rol mai puțin preventiv este *activitatea de control pe flux de fabricație și verificări finale,* care, în special în partea finală, are un rol mai mult constatativ, de admitere sau respingere a produselor executate, respectiv de a forma o barieră, ca pe un flux de fabricație, la o fază ulterioară sau pe poarta societății comerciale să nu fie promovate produse neconforme documentației și tehnologiei omologate.

Scanned with OKEN Scanner

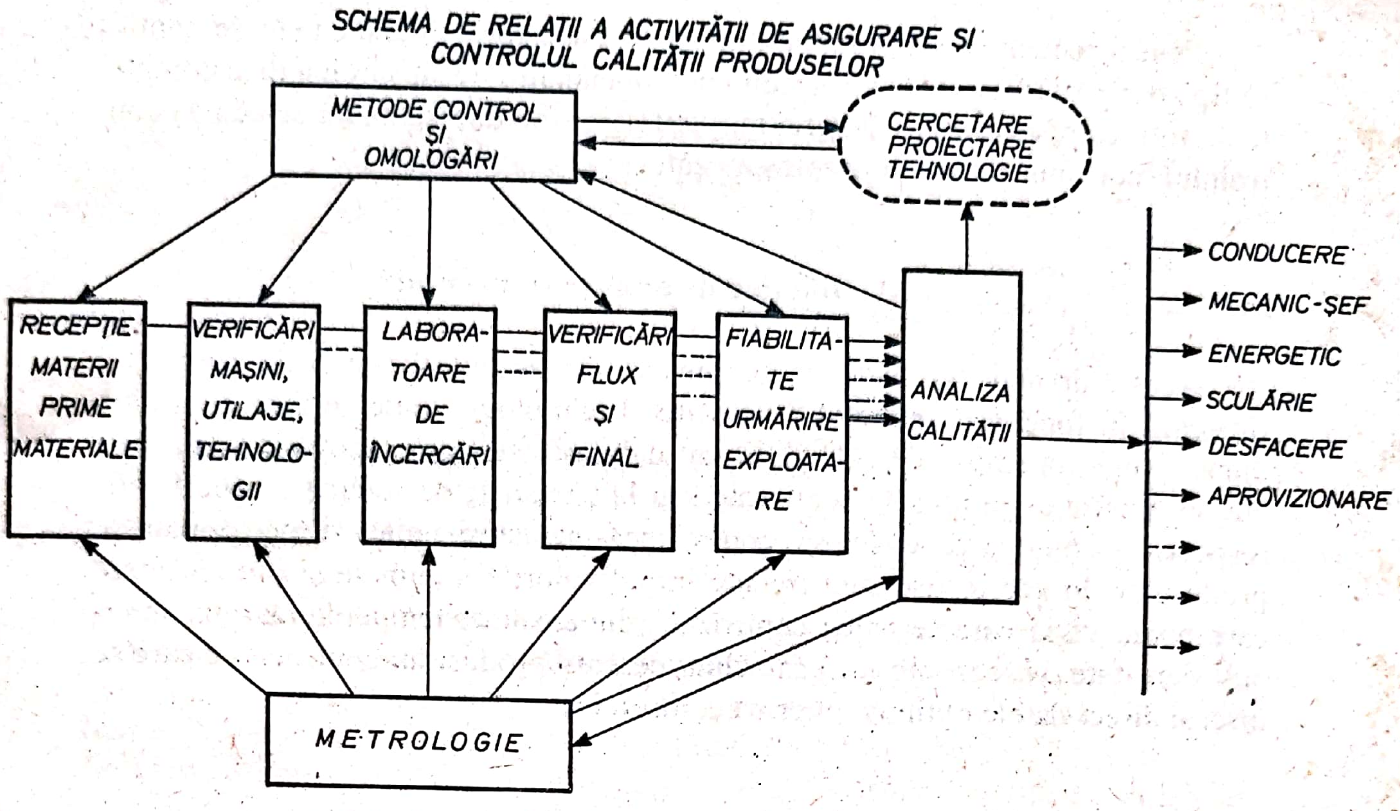


Fig. 2.20. Schema de relații în actvitatea de asigurare și control a calității.

Așa cum rezultă din schema din figura 2.20 între cele opt activități există relații de colaborare directă și indirectă de informare și acționare. Se remarcă concentrarea tuturor informațiilor către *activitatea de analiză a calității*, care, împreună cu șeful compartimentului, antrenează atelierele de cercetare, proiectare, tehnologie, mecanic-șef, aprovizionare, producție, desfacere etc., pentru analizarea și rezolvarea operativă a cauzelor care determină deficiențe în procesul de fabricație și la beneficiari.

2.3.12. DOCUMENTE DE CONTROL

În timpul efectuării operațiilor de control și după control, indiferent de felul acestuia și metoda folosită, rezultatele controlului trebuie să fie înscrise în *buletinele de analiză* (încercări) sau *fișe de măsurători*, iar caracteristicile și performanțele finale trebuie să fie atestate printr-un *certificat de calitate*. Interpretarea rezultatelor operațiilor de control, stabilirea frecvenței exemplarelor defecte, urmărirea evoluției procesului de fabricație se pot face prin *fișe de control, diagrame, histograme* etc.

Întocmirea acestor documente de control constituie o evidență imperios necesară, deoarece în funcție de interpretarea datelor trecute în aceste documente se pot analiza perturbațiile ce apar în procesul de fabricație, se poate determina stabilitatea sau instabilitatea în procesul de fabricație, se pot stabili metode și măsuri pentru eliminarea factorilor perturbatori, se pot eventual lua decizii de oprire a procesului de fabricație.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru reducerea timpului de întocmire a acestora, documentele de control se tipizează, se tipăresc, controlorului nerămânându-i decât sarcina de a completa, la rubrica respectivă, rezultatul măsurătorilor sau decizia luată cu ocazia controlului (corespunzător sau necorespunzător).

2.3.12.1. Buletine de analize şi încercări

Aceste documente, care se completează în timpul operaţiei de control se tipizează în funcţie de punctul de pe fluxul tehnologic unde se face controlul, după diverse operaţii de prelucrare, ca: debitare, strunjire, rectificări, ştanţare etc. în funcţie de produsele controlate sau la bancurile de rodaj şi probe finale, respectiv laboratoare, unde se controlează caracteristicile şi performanţele produselor. În aceste fişe sunt trecute iniţial valorile nominale şi limitele între care poate varia caracteristica controlată (dimensiune, temperatură, flux luminos, densitate, vâscozitate etc.) sau chiar desenul produsului controlat pe care se înscriu direct datele obţinute în urma controlului.

2.3.12.2. Certificate de calitate

Certificatele de calitate se întocmesc după ce produsul a fost controlat. În ele, în funcţie de produs, se înscriu performanţele funcţionale ale produsului (pentru maşini, utilaje sau aparate) sau diverse alte caracteristici de calitate ale produsului. Certificatul de calitate este acel documentat care atestă că produsul este realizat în conformitate cu documentaţia de fabricaţie, că materialele din care este realizat respectă tehnologia de fabricaţie prescrisă, că performanţele lui se încadrează în limitele stabilite şi că produsul are valoarea de întrebuinţare sau fiabilitatea proiectată şi confirmată cu ocazia probelor efectuate la omologare şi apoi periodic.

În conformitate cu Legea asigurării calităţii produselor şi serviciilor, certificatele de calitate se semnează de către directorul societăţii comerciale şi şeful compartimentului C.T.C., care, prin semnăturile lor, atestă că produsul este conform documentaţiei de fabricaţie şi, totodată, îşi asumă răspunderea în caz de neconformanţă.

2.3.12.3. Certificate de calitate şi garanţie

Reprezintă o combinaţie între certificatele de garanţie şi certificatele de calitate şi se eliberează în special pentru bunurile de consum de folosinţă îndelungată (biciclete, televizoare, radioreceptoare, autoturisme etc.).

Scanned with OKEN Scanner

3

FIABILITATEA, MENTENABILITATEA ȘI DISPONIBILITATEA PRODUSELOR

3.1. FIABILITATEA — *R (t)**

Realizarea parametrilor și a caracteristicilor prescrise de către un produs imediat după fabricarea lui, trecerea probelor la controlul final nu sunt suficiente pentru a caracteriza *calitatea* sau *noncalitatea* produsului, indiferent de natura sau destinația lui.

Un produs trebuie, este necesar, să satisfacă o perioadă cât mai îndelungată pretențiile beneficiarului, pretențiile proprietarului său. Astfel, pentru cumpărătorul unei perechi de pantofi nu este suficient să se simtă bine în ei numai în momentul cumpărării, când îi probează, ci este necesar ca pantofii să fie comozi o perioadă cât mai îndelungată, să nu pătrundă apa în ei, în caz de ploaie. De asemenea, o motocicletă pentru a satisface pretențiile posesorului, nu este suficient să funcționeze doar în momentul cumpărării, ci trebuie să îndeplinească o perioadă cât mai îndelungată parametrii prescriși, să se defecteze cât mai rar.

Menținerea în timp a caracteristicilor calitative este o cerință care trebuie satisfăcută de toate produsele, indiferent de natura acestora, ele putând fi produse electrotehnice, electronice, mecanice, alimentare, articole de îmbrăcăminte și încălțăminte, produse chimice, vegetale etc.

Această aptitudine de menținere în timp a caracteristicilor calitative se numește *fiabilitate* și caracterizează tot ce se naște, trăiește și moare.

Fiabilitatea este posibilitatea ca un produs, în condiții bine determinate de utilizare, exploatare sau depozitare, să fie în stare de folosire (funcționare) după timpul t.

Definiția fiabilității are trei idei de bază:

– fiabilitatea este o *probabilitate* deoarece ea exprimă cum se va comporta produsul în viitor, deci nu este ceva cert, sigur, ci o *probabilitate;*

– fiabilitatea impune ca produsul să fie utilizat, conservat, depozitat în condiții bine precizate și respectate: nu se poate vorbi de fiabilitatea unui pantof de lac dacă se fac cu el ascensiuni pe munte sau de fiabilitatea unui bec auto de 12 V dacă îl conectăm la 220 V etc.

– *timpul t* variază de la produs la produs; pentru un autoturism timpul *t* înseamnă număr de kilometri parcurși; pentru un televizor timpul *t* înseamnează ore de funcționare; pentru un întrerupător electric timpul *t* înseamnează numărul de conectări etc.

---

* Fiabilitatea s-a notat cu simbolul *R* de la cuvântul englez RELIABILITY = fiabilitate, notație însușită de întreaga literatură de specialitate, inclusiv standardele românești.

3.1.1. FORMELE FIABILITĂŢII

Fiabilitatea se poate exprima în patru forme distincte:

3.1.1.1. Fiabilitatea previzională (proiectată)

Se stabileşte încă din faza de concepţie a produsului pornind fie de la cerinţele ce se impun unui produs, alegând componentele, reperele, subansamblele şi tehnologiile care să asigure în exploatare fiabilitatea pretinsă produsului, fie pornind de la fiabilitatea fiecărei componente, reper, subansamblu sau tehnologie utilizată la executarea produsului şi, pe bază de calcule, se determină fiabilitatea produsului final.

În prezent societăţile comerciale sunt obligate ca, încă din faza de prototip, să prevadă în norma produsului fiabilitatea previzională, care se verifică apoi în primele 3–6 luni, după introducerea acestuia în fabricaţia de serie.

3.1.1.2. Fiabilitatea experimentală (de laborator)

Se determină în laborator, pe standuri de probe şi încercări, unde se creează condiţii de solicitare (mecanice, termice, electrice, temperatură, umiditate, praf etc.) similare cu cele ce apar în exploatare. Prin determinarea *fiabilităţii experimentale* se verifică şi corectitudinea calculelor efectuate la stabilirea *fiabilităţii previzionale.*

Fiabilitatea *experimentală* se poate determina prin *metode normale* şi *metode accelerate.*

Metoda normală presupune supunerea produselor la solicitări similare cu cele reale din exploatare. În aceste condiţii, în cazul produselor de folosinţă îndelungată, aceste încercări pot dura timp îndelungat (luni şi chiar ani), situaţie în care proba devine inutilă, deoarece, până la terminarea ei, este posibil să se fi fabricat şi livrat cantităţi importante din produsul respectiv, asupra cărora nu se mai poate interveni, în vederea îmbunătăţirii fiabilităţii.

Metoda accelerată presupune suprasolicitarea produsului în timpul probei, prin supunerea acestuia la eforturi mecanice, termice, electrice, climatice etc., mai mari decât cele din exploatarea normală. În aceste condiţii proba durează mult mai puţin decât prin metoda normală, putându-se trage concluzii rapide asupra comportării produsului în exploatare. Este necesar, însă, să se stabilească corelarea dintre solicitarea normală şi solicitarea accelerată, respectiv dintre timpul de funcţionare în condiţii de solicitări normale şi timpul de funcţionare în condiţii de solicitări accelerate.

De exemplu, în cazul becurilor electrice cu incandescenţă, se pot efectua încercări accelerate, mărindu-se tensiunea de alimentare. În acest caz, durata de viaţă este dată de relaţia:

$$D_n = D_a\left(\frac{U_a}{U_n}\right)^{\alpha} \qquad (3.1)$$

în care:

D_n reprezintă durata de viață pentru care este garantat becul, alimentat la tensiunea nominală U_n;

D_a – durata de viață a becului alimentat la tensiunea mărită U_a;

α – coeficient, cu valoarea cuprinsă între 15 și 16, care depinde de natura gazului din bec (vid, argon, azot etc.).

Aplicația 3.1. Aplicând această relație la producția de becuri normale de la Societatea Comercială ROMLUX Târgoviște (la care durata de viață nominală este de 1 000 ore) și luând pe $\alpha = 14$, se obține:

– crescând tensiunea cu 10%, respectiv $U_a = 1,1\,U_n$

$$1000 = D_a\left(\frac{1,1U_n}{U_n}\right)^{14} = D_a \cdot 1,1^{14} = D_a \cdot 3,8$$

$$D_a = \frac{1000}{3,8} = 263\ \text{h};$$

– crescând tensiunea cu 20%, respectiv $U_a = 1.2\ U_n$

$$1000 = D_a\left(\frac{1,2U_n}{U_n}\right)^{14} = D_a \cdot 1,2^{14} = D_a \cdot 12,8$$

$$D_a = \frac{1000}{12,8} = 78,5\ \text{h};$$

– crescând tensiunea cu 30%, respectiv $U_a = 1,3\ U_n$

$$1000 = D_a\left(\frac{1,3U_n}{U_n}\right)^{14} = D_a \cdot 1,3^{14} = D_a \cdot 39$$

$$D_a = \frac{1000}{39} = 25,6\ \text{h};$$

Concluzie: supunând la încercări accelerate becurile electrice, la o tensiune cu 30% mai mare decât tensiunea nominală, și în cazul în care ele rezistă în medie 25,6 h, se poate trage concluzia că în condiții normale, la tensiunea nominală de alimentare, ele vor dura 1 000 h.

3.1.1.3. Fiabilitatea operațională (efectivă)

Se determină în timpul utilizării produsului, în condițiile reale de folosire (exploatare). Este forma cea mai reală a fiabilității însă cea mai greu de determinat, deoarece necesită timp îndelungat, înregistrarea datelor din timpul exploatării, corectitudinea acestora etc.

3.1.1.4. Fiabilitatea nominală

Este acea fiabilitate, sau indicator de fiabilitate, care se înscrie pe produs și care se referă la durata de viață, utilizare sau conservare a acestuia și care, totodată, este garantată de furnizor. De exemplu, pe o cutie de conserve este înscris: termen de valabilitate 36 luni. Prin aceasta fabricantul de conserve garantează că

Scanned with OKEN Scanner

produsul respectiv, în condiţii de depozitare-conservare bine precizate, este comestibil cel puţin 36 luni de la data fabricaţiei. Fiabilitatea nominală a unui întrerupător se evidenţiază în catalog sau prospect, prin numărul de cicluri închidere-deschidere, prevăzându-se însă valoarea frecvenţei, tensiunii şi intensităţii curentului electric pe care îl întrerupe etc.

În practică, *se calculează* fiabilitatea previzională, *se verifică* în laboratoare determinându-se fiabilitatea experimentală, *se confirmă* în exploatare prin fiabilitatea operaţională şi, eventual, *se înscrie* pe produs fiabilitatea nominală.

3.1.2. INDICATORI DE FIABILITATE

3.1.2.1. Durata medie de viaţă – D_m

Se stabileşte numai la produsele la care nu se pot repara (becuri cu incandescenţă, tuburi fluorescente, rezistenţe, condensatoare, semicondensatoare, tuburi cinescoape, rulmenţi, lagăre cu fricţiune, alimente etc.). La aceste produse timpul de bună funcţionare corespunde cu durata de viaţă. Determinarea duratei medii de viaţă se face astfel:

Se ia un număr *n* de produse (în funcţie de natura produsului, numărul supus testului poate varia în limitele $10 \leq n \leq 100$) şi se pun să funcţioneze în condiţii cât mai apropiate de cele din exploatare. Se urmăreşte, prin observaţie directă sau printr-un sistem automat de semnalizare optică, acustică sau înregistrare, comportarea acestora, notându-se, la fiecare produs supus încercării, perioada de timp după care a încetat să funcţioneze sau să fie utilizabil. Se adună aceşti timpi şi suma se împarte la numărul de indivizi supuşi încercării, stabilindu-se în acest fel, durata medie de viaţă a produsului – D_m:

$$D_m = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i}{n}, \qquad (3.2)$$

unde:

D_m este durata medie de viaţă;
n – numărul de produse supuse probei;
t_i – durata de viaţă a unui produs.

Aplicaţia 3.2. Se supun la proba de funcţionare 10 rulmenţi pentru electromotoare la o turaţie de 3 000 rot/min şi cu o solicitare axială de 7 daN. Rulmenţii se defectează (zgomot anormal sau blocări) după următorii timpi – t_i:

$t_1 = 1\,240$ h; $t_2 = 945$ h; $t_3 = 1\,325$ h; $t_4 = 1\,825$ h; $t_5 = 720$ h;

$t_6 = 845$ h; $t_7 = 1\,450$ h; $t_8 = 2\,245$ h; $t_9 = 1\,240$ h; $t_{10} = 1\,850$ h.

Atunci:

$$D_m = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i}{10} = \frac{13685}{10} = 1468,5 \text{ h}.$$

Scanned with OKEN Scanner

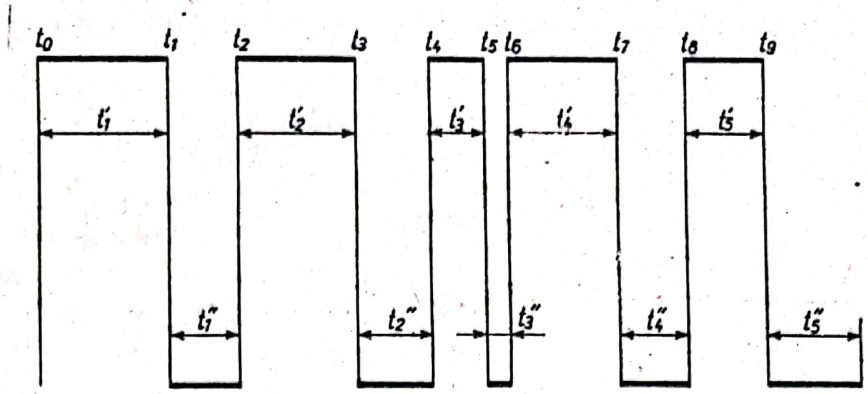


Fig. 3.1. Timpii de bună funcţionare şi reparaţii la un produs.

3.1.2.2. **Media timpilor de bună funcţionare** – *MTBF** – (θ)

Este un indicator de fiabilitate care se aplică la produsele reparabile.

Se presupune că un produs a intrat în stare de funcţionare la timpul t_0 şi a funcţionat până la timpul t_1 când a apărut un defect (fig 3.1).

În perioada $t_1 - t_2$ el a fost reparat şi la timpul t_2 a fost repus în funcţiune, lucrând până la apariţia unui nou defect la timpul t_3 ş.a.m.d. Timpul mediu de bună funcţionare se calculează, în acest caz, cu relaţia:

$$MTBF = \frac{t'_1 + t'_2 + t'_3 + ... + t'_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} t'_i}{n} = \theta. \qquad (3.3)$$

Aplicaţia 3.3. Un televizor, în tot timpul vieţii sale, a avut 5 defectări: prima după 1 800 ore, a doua după 2 400 ore, a treia după 1 000 ore, a patra după 4 800 ore şi cea de-a cincea, şi ultima cădere după încă 3 600 ore. Atunci:

$$MTBF = \frac{1800 + 2400 + 1000 + 4800 + 3600}{5} = \frac{13600}{5} = 2\,720 \text{ ore.}$$

Observaţie. La un produs, *MTBF* se poate calcula şi numai după un număr oarecare de cicluri de funcţionare, înainte de ieşirea lui definitivă din funcţiune. În calcul se ţine seama de timpii de funcţionare dintre două căderi şi numărul de căderi până în momentul în care se efectuează calculul. Se precizează că, în acest caz, pentru o estimare cât mai apropiată a *MTBF*-ului, sunt necesare cel puţin 5–6 cicluri de funcţionare.

3.1.2.3. **Rata defectărilor (căderilor) – λ**

Este unul din principalii indicatori de fiabilitate. El exprimă numărul de căderi, de defectări ale unui produs în unitatea de timp (oră, an, km, cicluri, solicitări etc.).

Din punct de vedere matematic este inversul mediei timpului de bună funcţionare:

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \qquad (3.4)$$

* Media timpilor de bună funcţionare are aceleaşi iniţiale *MTBF* şi în limba franceză, engleză şi spaniolă.

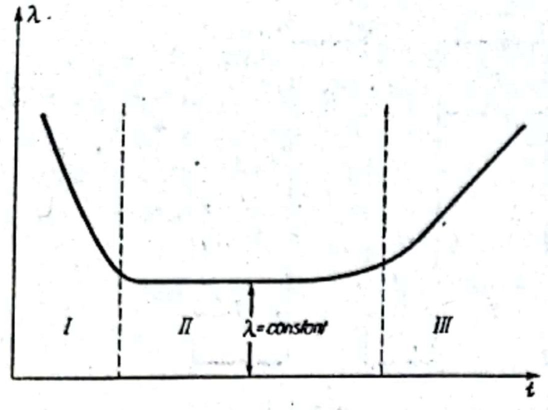


Fig. 3.2. Curbă cadă de baie.

În cazul exemplului dat, rata căderilor va fi:

$$\lambda = \frac{1}{2720} = 0,00036 =$$

$$= 3,6 \cdot 10^{-4} \text{ căderi/oră}$$

Rata căderilor unui produs este variabilă, la anumite intervale de timp, iar în alte perioade – constantă.

Reprezentarea grafică a ratei defectărilor are forma din figura 3.2.

Se observă trei zone distincte. Zona I este *perioada infantilă*, de copilărie a produselor sau viețuitoarelor. Rata căderii în această perioadă este mult mai frecventă datorită viciilor ascunse de fabricație la produse, respectiv mortalitatea infantilă la ființe. Urmează zona II, *perioada de maturitate*, când rata căderilor (a mortalității) este mult mai redusă și, totodată, constantă. Zona III reprezintă *perioada de bătrânețe*, când, atât la produse cât și la viețuitoare, rata mortalității crește datorită fenomenului de uzură, îmbătrânire. Această curbă, denumită și curba cadă de baie (datorită formei ei) este valabilă pentru orice produs. În mod normal, perioada de garanție la produsele de folosință îndelungată ar trebui să fie tocmai timpul corespunzător perioadei infantile, când, datorită viciilor de fabricație ce aparțin furnizorului, acesta trebuie să repare sau să înlocuiască, pe spezele sale, produsele defecte. Verificarea fiabilității unui produs tehnic se face în perioada de maturitate a acestuia deci după „perioada copilăriei", când rata căderilor devine constantă.

Aplicația 3.4. Se urmărește comportarea în timp a 1 000 întrerupătoare de 6 A. Conform documentației tehnice normative un întrerupător trebuie să reziste 120 000 cicluri (120×10^3).

Se observă că în prima perioadă, în primele cicluri, apare un număr mai mare de defecțiuni (blocări, distrugeri contacte, încălziri depășite etc.).

După o anumită perioadă, numărul de căderi la fiecare ciclu scade și devine constant. Apoi, după circa 140 000 cicluri, se constată o creștere a căderilor pentru ca după 200 000 cicluri toate întrerupătoarele să fie inutilizabile.

Datele acestei experiențe sunt trecute în tabelul 3.1

Tabelul 3.1

Cicluri×10^3	1–10	11–20	21–30	31–40	41–50	51–60	61–70
Căderi	95	65	50	45	30	30	28
Cicluri×10^3	71–80	81–90	91–100	101–110	111–120	121–130	131–140
Căderi	28	29	28	28	28	29	30
Cicluri×10^3	141–150	151–160	161–170	171–180	181–190	191–200	
Căderi	36	40	50	80	100	150	

Datele din tabelul 3.1 sunt reprezentate grafic în figura 3.3, care redă, cu multă fidelitate, curba cadă de baie. Se observă că între ciclurile $50 - 150 \times 10^3$ rata căderilor este constantă λ – căderi/10×10^3 cicluri =0,003 căderi/ciclu.

Scanned with OKEN Scanner

În funcție de natura lui y (variabilă sau constantă), funcția fiabilității $R(t)$ poate avea mai multe expresii matematice, respectiv poate urma diverse distribuții (legi).

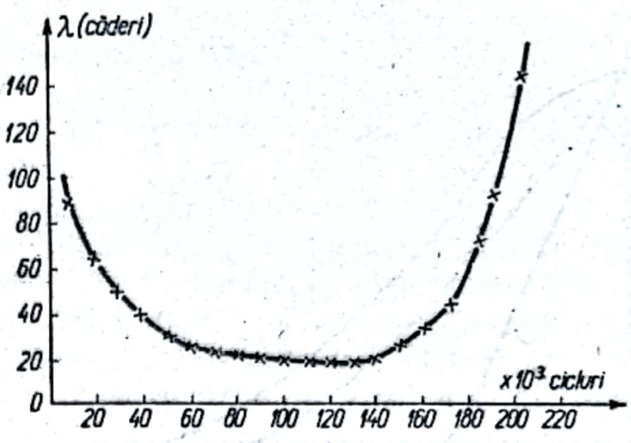


Fig. 3.3. Curba cadă de baie la experimentul întrerupătoare.

3.1.2.4. Media timpilor de reparație – *MTR*

Este un indicator de fiabilitate foarte util la dimensionarea atelierelor de reparat, unităților *service*.

MTR se calculează în același mod ca și *MTBF* în cazul precedent utilizând figura 3.1.

$$MTR = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i''}{n}, \tag{3.5}$$

unde t_i'' este timpul de reparație între două cicluri de funcționare.

Aplicația 3.4. Reluând cazul televizorului din exemplu precedent, se consideră că cele 5 defectări au impus următorii timpi de reparație:

$$t_1'' = 6 \text{ ore}; \; t_2'' = 4 \text{ ore}; \; t_3'' = 21 \text{ ore}; \; t_4'' = 17 \text{ ore}; \; t_5'' = 2 \text{ ore};$$

$$MTR = \frac{4+6+21+17+2}{5} = \frac{50}{3} = 10 \text{ ore}.$$

3.1.2.5. Rata reparațiilor – μ .

Este inversul mediei timpilor de reparații:

$$\mu = \frac{1}{MTR} \tag{3.6}$$

La aplicația 3.4, rata reparațiilor va fi:

$$\mu = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ reparații/oră}$$

3.1.2.6. Funcția fiabilității – *R(t)* – legea exponențială

Expresia cantitativă a fiabilității este cuprinsă între 0 și 1 respectiv:

$$0 \le R(t) \le 1 \text{ sau } TR(t) \le 1 \tag{3.7}$$

În perioada de maturitate a produselor, când λ = constant, funcția fiabilității urmează o „lege exponențială" și capătă expresia:

$$R(t) = e^{-\lambda t} \tag{3.8}$$

unde e este numărul lui *Euler*, respectiv $e = 2,718...$

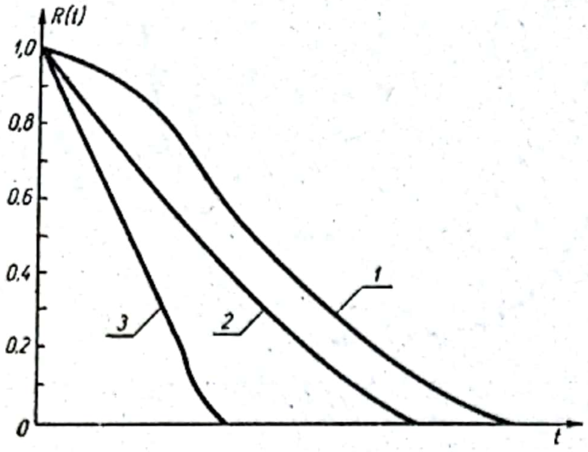


Fig. 3.4. Diferite caracteristici de fiabilitate.

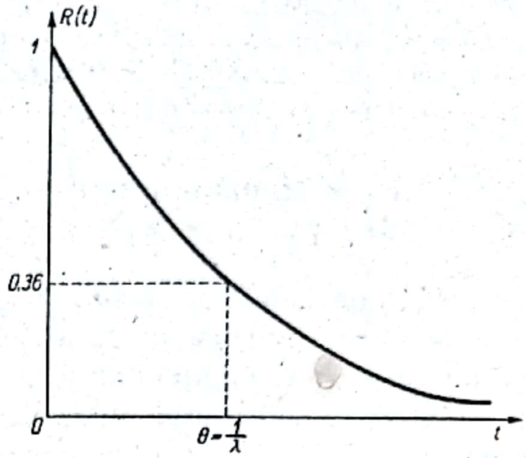


Fig. 3.5. Curba fiabilității – $R(t)$.

În figura 3.5 este redată variația fiabilității în timp. Se observă că pentru un timp egal cu media timpilor de bună funcționare, fiabilitatea este egală cu 0,37.

$$t = MTBF \rightarrow R(t) = 0{,}37 = 37\%.$$

3.1.2.7. **Legea Weibull – funcția mortalității** – *F(t)**

Această lege contrar legii exponențiale, se referă la *posibilitatea de defectare*, de mortalitate a produselor, după un anumit timp de funcționare și are expresia:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-\nu}{\eta}\right)^{\beta}} = R(t), \qquad (3.9)$$

de unde rezultă relația:

$$F(t) = 1 - R(t) \qquad (3.10)$$

în care:

$F(t)$ reprezintă probabilitatea de defectare (de mortalitate);
t – variabila exprimată în ore, zile, ani, km, cicluri, acționări, flexiuni etc.;
ν – parametrul originii de timp;
η – parametrul de scară;
β – parametrul de formă;
e – numărul lui *Euler* = 2,718 . . . ;
$R(t)$ – probabilitatea de funcționare (de supraviețuire).

Cei trei parametri ν η, β se pot determina pe cale matematică, fiind necesare însă, calcule laborioase, timp îndelungat, mijloace de calcul, specializate și calificare matematică superioară a operațiilor.

Există însă o metodă grafică pentru determinarea acestor parametri, pe baza diagramei *Allan Plait***, care permite stabilirea cu ușurință a acestora.

* $F(t)$ – probabilitatea de mortalitate determinată de Weibull – savant suedez.

** Determinarea fiabilității sau lipsei de fiabilitate pe baza legii lui Weibull și diagrama Allan Plait este descrisă în „*Controlul calității produselor*", manual pentru școli de maiștri Editura Didactică și Pedagogică – București, 1988.

Scanned with OKEN Scanner

3.1.3. FIABILITATEA SISTEMELOR

În majoritatea cazurilor, produsele sunt formate din mai multe componente sau subansamble.

În limbajul fiabilistic aceste produse complexe se numesc sisteme.

De exemplu, un televizor este un sistem, deoarece este compus din tuburi electronice, tranzistoare, diode, rezistențe, condensatoare, potențiometre etc. Un autoturism este, de asemenea, un sistem compus din diverse subansamble (motor, cutie de viteze, dispozitiv de frânare, sistem suspensie, tablou de bord, roți etc.), iar fiecare subansamblu, la rândul său, este format din una sau mai multe componente.

Pentru calcularea, respectiv determinarea fiabilității unui sistem este necesar să se cunoască fiabilitatea fiecărei componente, respectiv subansamblu.

Componentele sau subansamblele unui sistem pot influența direct sau indirect buna funcționare a acestuia.

Dacă la un sistem componentele sunt astfel legate între ele încât acesta nu mai funcționează dacă una din componente, indiferent care, se defectează se consideră că este un *sistem serie.*

Dacă la un sistem componentele sunt dispuse astfel încât trebuie să se defecteze toate componentele pentru ca sistemul să nu mai funcționeze se consideră că este un *sistem paralel.*

3.1.3.1. Fiabilitatea sistemelor serie – $R(t)$

Un sistem serie se reprezintă grafic ca în figura 3.6, unde fiecare componentă sau subansamblu este reprezentat printr-un pătrat.

Fiabilitatea unui sistem serie $R_s(t)$ este dată de relația:

$$R_s(t) = R_1(t) \cdot R_2(t) \cdot R^3(t) \ldots R_n(t), \tag{3.12}$$

în care:

$R_1(t)$ reprezintă fiabilitatea componentei 1 la timpul t;

$R_2(t)$ – fiabilitatea componentei 2 la timpul t, ş.a.m.d.

Deoarece fiabilitatea unei componente este totdeauna mai mică sau cel mult egală cu unitatea, rezultă că *fiabilitatea unui sistem serie este mai mică decât fiabilitatea componentei din cadrul sistemului cu cea mai redusă fiabilitate.*

Aplicația 3.5. Un sistem format din 400 componente, legate în serie. Fiabilitatea componentelor la 500 ore funcționare este următoarea:

397 componente cu R (500 ore) = 1

1 componentă are R (500 ore) = 0,99

2 componente au R (500 ore) = 0,98

atunci R_s (500 ore) = $1^{397} \times 0{,}99^1 \times 0{,}98^2 = 0{,}95$.

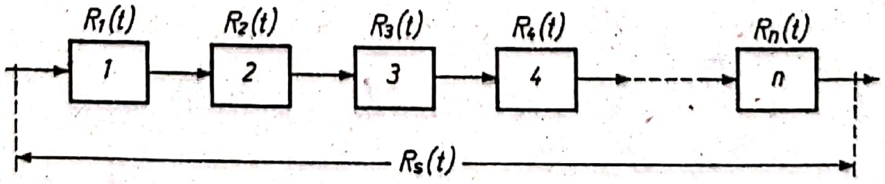


Fig. 3.6. Sistem serie.

Scanned with OKEN Scanner

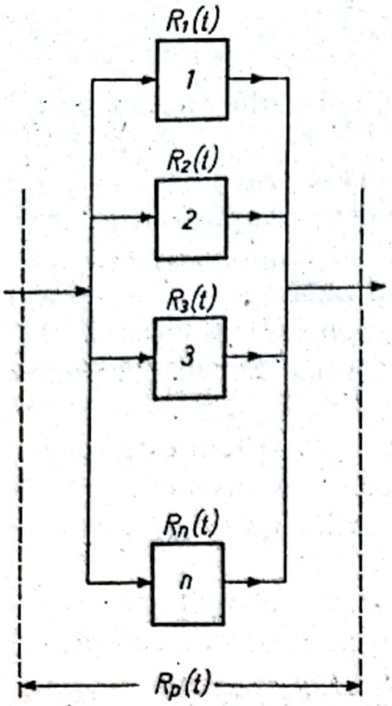


Fig. 3.7. Sistem paralel.

Deci fiabilitatea sistemului este mai mică decât fiabilitatea componentei cu cea mai redusă fiabilitate, deoarece 0,95 < 0,98.

În cazul în care la componentele dintr-un sistem se cunosc alți indicatori de fiabilitate (*MTBF* sau λ), atunci fiabilitatea sistemului se poate calcula cu relația:

$$R_s(t) = e^{\sum_{i=1}^{n} \lambda_i t} \tag{3.13}$$

în care λ_i reprezintă rata căderilor unei componente din sistem.

3.1.3.2. Fiabilitatea sistemelor paralele – $R_p(t)$

Un sistem paralel se prezintă grafic ca în figura 3.7.

Fiabilitatea sistemului paralel se calculează cu relația:

$$R_p(t) = 1 - [1 - R_1(t)] \cdot [1 - R_2(t)]$$
$$[(1 - R_3(t)] \ldots [(1 - R_n(t)] \tag{3.14}$$

Dacă cele n componente au aceeași fiabilitate

$$R_1(t) = R_2(t) = \ldots = R_n(t) = R(t)$$

rezultă:

$$R_p(t) = 1 - [1 - R(t)]^n. \tag{3.15}$$

Fiabilitatea unui sistem paralel este mai mare decât fiabilitatea oricăreia din componentele care fac parte din sistem.

Aplicația 3.6. Un sistem paralel este compus din 5 componente, cu următoarele fiabilități, la un timp $t = 100$ ore:

$R_1 (100) = 0{,}5$
$R_2 (100) = R_3 (100) = 0{,}7$
$R_4 (100) = R_4 - (100) = 0{,}8$
$R_p (100) = 1 - 1(- 0{,}5) \cdot (1 - 0{,}7)^2 \cdot (1 - 0{,}8)^2 = 0{,}998.$
Deci, $R_p (100) = 0{,}998 > R_4(100) = R_5(100) = 0{,}8.$

3.1.3.3. Fiabilitatea sistemelor compuse (serie-paralel) – $R_c(t)$

În practică, nu există numai sisteme serie sau numai sisteme paralel. În general, la produsele complexe, componentele sunt dispuse atât în serie cât și în paralel (fig. 3.8, *a*). În acest caz, se calculează întâi fiabilitatea componentelor *B* și *C* montate în paralel, obținându-se schema 3.8, *b*, apoi cele două componente în serie *BC* și *D*, obținându-se schema 3.8, *c*, iar, în final, se calculează fiabilitatea celor două sisteme în paralel *A* și *BCD*;

Calculul se face pe etape:

$$R_{BC} = 1 - (1 - R_B)(1 - R_C) = R_B + R_C - R_B \cdot R_C \text{ (în paralel)}$$
$$R_{BCD} = (R_B + R_C - R_B \cdot R_C) \cdot R_D \text{ (în serie)} \tag{3.16}$$
$$R_{ABCD} = 1 - (1 - R_A)[1 - (R_B + R_C - R_B \cdot R_C) \cdot R_D]$$

Scanned with OKEN Scanner

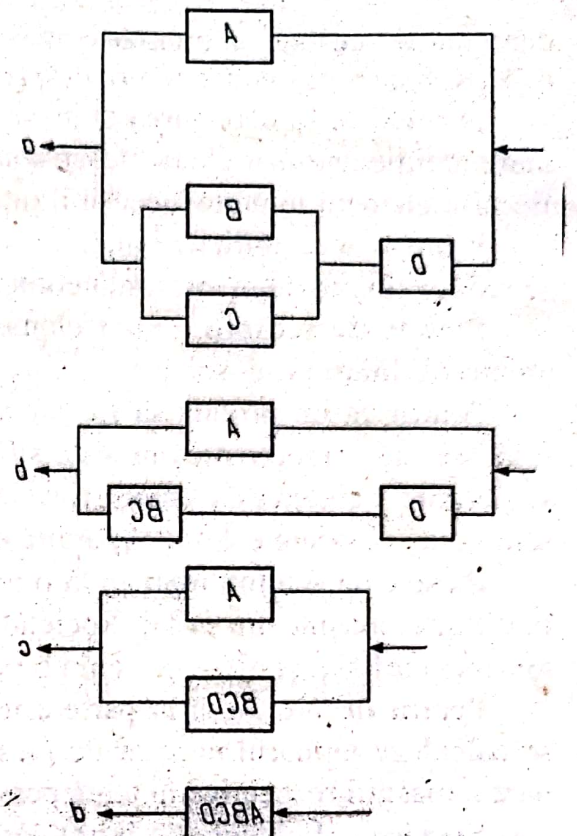


Fig. 3.8. Sistem compus.

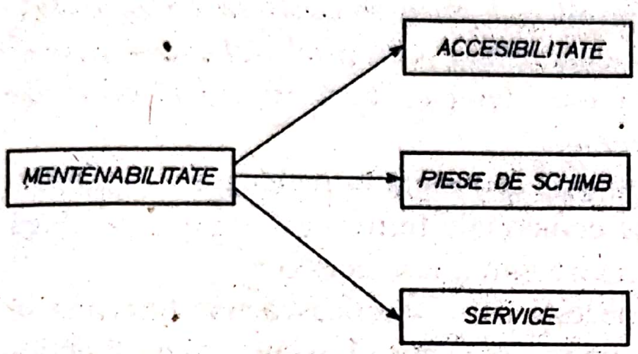


Fig. 3.9. Elementele componente ale mentenanţei.

Aplicaţia 3.7. Dacă se consideră că $R_A = R_B = R_C = R_D = 0,5$ şi se introduce în formula finală (3.16), rezultă că $R_{ABCD} = 0,6875$, confirmând faptul că fiabilitatea unui sistem paralel este mai mare decât a oricărei componente montate în paralel.

3.2. MENTENABILITATEA PRODUSELOR – $M(t)$

Este acţiunea de a menţine în stare de funcţionare un produs reparabil.

Expresia matematică a mentabilităţii este:

$$M(t) = e^{\mu t}, \tag{3.17}$$

unde μ este rata reparaţiilor.

Mentenabilitatea are *două forme:*

Mentenanţa preventivă reprezintă acţiunile de revizii periodice şi curente, de întreţinere a produselor, acţiuni care prelungesc viaţa şi împiedică defectarea acestora (introducerea vaselinei la rulmenţi, ungerea articulaţiilor la utilaje, curăţirea şi refacerea contactelor electrice la maşinile şi aparatele electrice, reglajul angrenajelor, îndepărtarea merelor stricate din siloz (etc.).

Mentenanţa curativă reprezintă operaţiile pentru repunerea în funcţiune a unui produs ce s-a defectat şi care constă, în cele mai multe cazuri, în demontarea produsului, stabilirea defectului, înlăturarea acestuia şi remontarea produsului.

La mentenabilitatea unui produs – proprietate care se referă la uşurinţa lui de întreţinere – concură următorii trei factori (fig. 3.9):

Accesibilitatea – proprietatea unui produs complex de a permite înlocuirea cu uşurinţă a oricărui element component. Accesibilitatea unui produs este direct proporţională cu timpul necesar demontării, găsirii elementului defect,

demontării acestuia, remontării unui element bun şi apoi remontării întregului produs. Este o problemă de proiectare.

În prezent, la cercetarea şi proiectarea maşinilor şi a utilajelor se acordă o mare atenţie aşezării elementelor componente, uşurinţei demontării şi montării fiecărui element în parte, accesibilităţii acestora.

Printr-o accesibilitate bună, creşte operativitatea operaţiilor de întreţinere şi se reduce timpul de mentenanţă corectivă.

Piesele de schimb – sunt elementele imperios necesare pentru asigurarea mentenabilităţii produselor.

Pentru ca un produs să fie mentenabil este necesar ca el să fie accesibil, însă această caracteristică nu este suficientă. Chiar dacă produsul este accesibil şi permite demontarea cu uşurinţă a piesei defecte, dacă nu există piese de schimb nu se poate efectua reparaţia necesară.

Piesele de schimb reprezintă o problemă deosebită în realizarea mentenabilităţii unei maşini sau utilaj. Societăţile comerciale furnizoare produc, pe lângă maşini şi utilaje, şi piese de schimb necesare întreţinerii acestora.

Pentru fiecare piesă în parte este necesar să se stabilească fiabilitatea şi să se calculeze numărul necesar de piese de schimb care să asigure buna funcţionare a maşinii respective în toată perioada de utilizare normală.

Service – Echipele de întreţinere sunt, de asemenea, elemente hotărâtoare în realizarea mentenabilităţii produselor. Ele vin să întregească noţiunea de uşurinţă de întreţinere, deoarece nu este suficient ca un produs să fie accesibil şi să existe piese de schimb, dacă nu există şi mână de lucru calificată, care să execute întreţinerea şi reparaţiile necesare.

Organizarea de service, atât în perioada de garanţie a produsului, cât şi după expirarea acestei perioade, este o datorie a furnizorului.

Concurenţa care există în prezent pe pieţele externe, preferinţele beneficiarilor de a cumpăra produse cu o disponibilitate cât mai ridicată, au condus la extinderea reţelei de service. Pentru furnizori, echipele de service nu constituie numai un mijloc de a stinge reclamaţiile beneficiarilor, ci şi un mod operativ şi eficient de a stabili modul de comportare a produselor în exploatare, fiabilitatea şi accesibilitatea lor, necesarul de piese de schimb şi în general, orice observaţie care să fie cercetată, analizată şi care să conducă, în final, la realizarea unor produse cu un indice de fiabilitate şi mai ridicat.

În prezent, toate societăţile comerciale din ţară, producătoare de aparate, maşini şi utilaje complexe (maşini-unelte, ascensoare, autovehicule, televizoare, radioreceptoare, utilaje de calcul etc.) au organizat, pe baze ştiinţifice, acţiuni de urmărire a comportării în exploatare a produselor, de efectuare de mentenanţă preventivă şi curativă la produse în perioada de garanţie şi postgaranţie, pe toată perioada de utilizare normală. Datele culese de unităţile service din ţară şi străinătate se codifică, se introduc pe calculator şi se utilizează, pe de o parte, pentru stabilirea necesarului de piese de schimb şi a volumului de muncă de mentenanţă (în vederea dimensionării unităţilor service), iar pe de altă parte, pentru îmbunătăţirea continuă a calităţii şi fiabilităţii produselor.

Scanned with OKEN Scanner

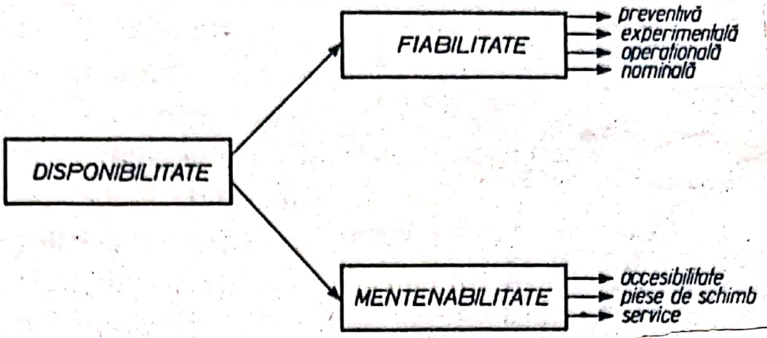


Fig. 3.10. Elementele componente ale disponibilității.

3.3. DISPONIBILITATEA PRODUSELOR* – $A(t)$

Este cea mai complexă formă a calității unui produs, întrucât cuprinde atât fiabilitatea cât şi mentenabilitatea (fig. 3.10).

Coeficientul de disponibilitate se poate exprima matematic în mai multe feluri:

a) $$A(t) = \frac{MTBF}{MTBF + MTR};\qquad (3.18)$$

b) $$A(t) = \frac{\mu}{\mu + \lambda};\qquad (3.19)$$

c) $$A(t) = \frac{\text{timpul de funcționare}}{\text{tipul de funcționare + timpul de reparație}};\qquad (3.20)$$

d) $$A(t) = R(t) + [1 - R(t)] \cdot M(t_1).\qquad (3.21)$$

Mentenabilitatea are o importanță deosebită la produsele cu fiabilitate redusă, deoarece permite creşterea disponibilității acestora. Aşa cum rezultă din relația (3.21) prin care se exprimă disponibilitatea, se observă că oricât de mică ar fi lipsa de fiabilitate $[1 - R(t)]$ sau mentenabilitatea $M(t_1)$, totuşi produsul acestor doi termeni este pozitiv şi el se adaugă la $R(t)$. Cu cât creşte $M(t_1)$, respectiv operația de mentenanță, cu cât acest termen este mai mare şi deci creşte disponibilitatea totală a produsului, deoarece din relație rezultă că $A(t) \geq R(t)$.

Numai în cazul în care $M(t_1) = 0$, deci mentenanța este nulă, atunci disponibilitatea este egală cu fiabilitatea.

Rezultă că *pentru a creşte disponibilitatea, care este forma cea mai complexă a calității unui produs, este necesar să se asigure o accesibilitate bună, piesele de schimb necesare, SERVICE calificat, respectiv o mentenanță preventivă şi corectivă corespunzătoare.*

* Simbolul disponibilității este $A(t)$, de la cuvântul Availability, din limba engleză utilizat în literatura de specialitate, inclusiv în standardele româneşti.

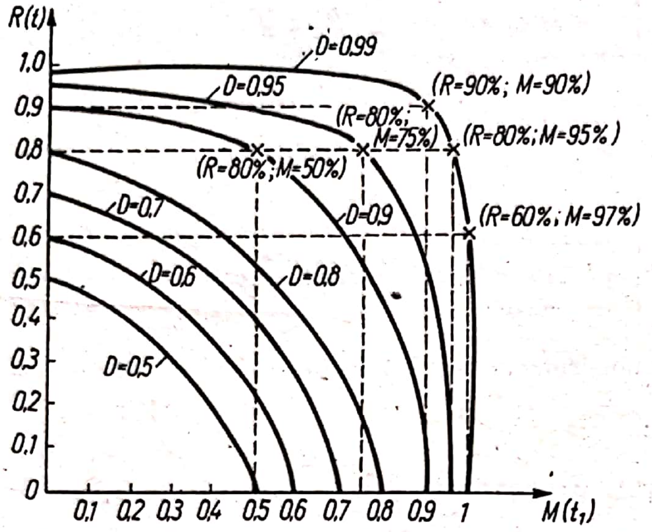


Fig. 3.11. Curbele de izodisponibilitate

Relaţia (3.21) permite să se deseneze curbele de izodisponibilitate reprezentate în figura 3.11, pe abscisă având $M(t_1)$ şi pe ordonată $R(t)$.

Studiul acestor curbe scoate în evidenţă următoarele *concluzii:*

– *Disponibilitatea de 99%* se poate realiza de echipamente având fiabilitatea 99%, dar şi de echipamente având fiabilitatea mai scăzută dacă însă se aplică o politică de mentenanţă corespunzătoare: fiabilitatea de 90% trebuie complementată cu mentenabilitate de 90%; fiabilitatea de 80% trebuie complementată cu mentenabilitatea de 95%; fiabilitatea de 60% cu o mentenabilitate de 97% sau realizarea perfecţiunii în domeniul mentenabilităţii pentru a dispune de echipamente cu fiabilitate mai mică;

– *Disponibilitatea de 90%* se poate obţine şi de echipamente având fiabilitate 80% dacă se aplică o mentenabilitate de 50%;

– *Echipamente având fiabilitate de 80%* pot realiza disponibilitate de 95%, în cazul unei mentenanţe de 75% şi de 99% în cazul aplicării unei mentenanţe de 95%.

4

METROLOGIA

4.1. OBIECTUL METROLOGIEI

Cuvântul „metrologie" provine din limba greacă veche şi a fost format din cuvintele metron (măsură) şi logos (vorbire), având înţelesul de „ştiinţa măsurărilor". Într-o definiţie modernă, *metrologia este un domeniu de cunoştinţe referitoare la măsurări*, cuprinzând toate aspectele practice şi teoretice ale acestora, oricare ar fi nivelul lor de precizie, mărimea măsurată, metoda de măsurare sau domeniul de activitate în care se efectuează.

Obiectul metrologiei îl constituie mărimile şi unităţile de măsură, erorile de măsurare, metodele de măsurare, caracteristicile mijloacelor de măsurare şi prescripţiile privind activitatea de asigurare metrologică.

4.2. SCURT ISTORIC AL METROLOGIEI

Omul a măsurat încă de la începuturile istoriei, ca urmare a unor nevoi de bază (ca de exemplu, construcţia unor adăposturi) sau pentru a efectua schimburi de mărfuri. Primele măsuri şi unităţi de măsură au apărut cu circa 5 000 de ani în urmă; ele s-au perfecţionat şi dezvoltat permanent. Multă vreme s-au utilizat însă măsuri care erau recunoscute într-o zonă geografică limitată, diferite de cele utilizate în alte părţi. Astfel, în ţara noastră, la mijlocul secolului trecut se utilizau vechi măsuri şi unităţi de măsură româneşti, ca de exemplu: palma, cotul, stânjenul (lungimi), delniţa, falcea, pogonul (suprafeţe), baniţa, ocaua, vadra (volume) etc.

Evident, că, deoarece există diferite feluri de măsuri destinate aceluiaşi scop, fără nici o legătură sau relaţie numerică între ele, în relaţiile comerciale şi de altă natură au apărut dificultăţi. Astfel a apărut necesitatea asigurării *uniformităţii măsurărilor,* adică a măsurării cu aceeaşi unitate de măsură, indiferent de locul şi momentul măsurării sau de mijlocul de măsurare utilizat. Deoarece mijloacele de măsurare s-au diversificat şi perfecţionat permanent, concomitent a apărut şi necesitatea asigurării *preciziei măsurărilor,* adică a măsurării cu o eroare cunoscută şi satisfăcută pentru scopul urmărit.

Pentru a satisface aceste cerinţe, în ţara noastră, după Unirea Principatelor, a fost votată, în 1864 „Legea pentru adoptarea sistemului metric, de măsuri şi greutăţi în România".

Dezvoltarea industriei şi a relaţiilor economice între ţări a făcut necesară asigurarea uniformităţii şi preciziei măsurărilor şi pe plan internaţional. Ca urmare, în 1875 a fost realizată o convenţie internaţională („Convenţia metrului"), ţara noastră fiind una dintre primele state semnatare.

Scanned with OKEN Scanner

4.3. IMPORTANŢA MĂSURĂRILOR PENTRU ECONOMIA NAŢIONALĂ

Măsurarea constituie, astăzi, o componentă esenţială a oricăror activităţi umane, deoarece furnizează informaţiile cantitative necesare luării deciziilor asupra a ce trebuie făcut, precum şi informaţiile asupra rezultatelor activităţii.

Într-o economie naţională modernă, măsurarea este un moment de mare răspundere şi importanţă, prezent în toate activităţile.

Astfel, cercetarea ştiinţifică este de neconceput fără utilizarea unor mijloace de măsurare de înaltă precizie, proiectarea şi realizarea de noi produse necesită încercarea acestora în condiţii de exploatare şi măsurare a performanţelor realizate.

În activitatea industrială, asigurarea şi controlul calităţii produselor necesită permanente măsurări, efectuate asupra materiilor prime, materialelor şi componentelor primite de la furnizorii societăţii comerciale sau efectuate de muncitori şi controlorii de calitate după fiecare operaţie de execuţie a unor repere, după montaj şi asupra produselor finale.

În cadrul unor procese de producţie cu grad înalt de mecanizare şi automatizare, mijloacele de măsurare au un rol vital, asemănător rolului sistemului nervos din organismul uman.

În exploatarea produselor complexe, pentru a controla menţinerea performanţelor acestora în timp, pentru a asigura securitatea instalaţiilor şi protecţia muncii, se efectuează măsurări periodice sau după reparaţii.

Urmărirea consumurilor de materii prime şi materiale, a consumurilor de energie şi combustibili şi luarea măsurilor de economisire necesită utilizarea mijloacelor de măsurare. Comerţul către populaţie, tranzacţiile comerciale între societăţi comerciale şi gestionarea unor stocuri nu pot fi realizate decât pe bază de măsurare. Medicina modernă şi protecţia mediului ambiant (ecologia) se realizează pe baza unor măsurări din ce în ce mai complexe.

4.4. ORGANIZAREA ACTIVITĂŢII DE ASIGURARE METROLOGICĂ

Din cele de mai sus se constată marea răspândire a mijloacelor de măsurare (în economia naţională se utilizează peste 20 de milioane de diferite mijloace de măsurare) şi importanţa efectuării unor măsurări uniforme şi exacte în toate domeniile de activitate.

Din aceste motive, *mijloacele de măsurare sunt considerate ca o categorie de produse de importanţă deosebită pentru economia naţională*, a căror fabricare, import, utilizare, verificare şi reparare este reglementată prin lege („Legea metrologiei, nr. 27/1978").

Pe baza acestei legi, în fiecare societate comercială şi la nivel naţional, se desfăşoară un ansamblu de activităţi de asigurare metrologică, al căror scop este de a asigura ca în fiecare punct de măsurare din procesul tehnologic în care este necesară o măsurare, aceasta să se asigure permanent cu mijloace şi metode de măsurare adecvate şi cu o eroare cunoscută şi satisfăcătoare scopului urmărit.

Astfel, *importul, fabricarea şi livrarea* mijloacelor de măsurare nu pot fi realizate decât dacă:

– noile tipuri de mijloace de măsurare au fost supuse unei *încercări de stat*, realizate de Institutul Naţional de Metrologie Bucureşti, după ce producătorii au realizat propriile încercări şi probe;

– a fost obţinută o *aprobare de model*, prin care Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate confirmă îndeplinirea condiţiilor necesare pentru *omologarea mijloacelor de măsurare* şi fabricarea lor cu o calitate corespunzătoare;

– pe parcursul fabricării, se respectă calitatea mijloacelor de măsurare evaluată prin încercările de stat şi condiţiile referitoare la asigurarea calităţii mijloacelor de măsurare, stabilite prin aprobarea de model şi omologare.

În continuare, *alegerea, utilizarea, verificarea periodică a calităţii mijloacelor de măsurare şi repararea acestora* se efectuează după reguli de lucru precis reglementate, după cum urmează:

– alegerea mijloacelor de măsurare necesare procesului de producţie se face de către proiectanţi în conformitate cu cerinţele de exactitate a fiecărei operaţii tehnologice şi activităţi şi *se consemnează în documentaţiile tehnice şi tehnologice*; utilizarea altor mijloace de măsurare decât cele indicate în aceste documentaţii constituie o abatere de la disciplina tehnologică;

– pe parcursul utilizării lor, mijloacele de măsurare sunt supuse unui sistem planificat de verificare periodică a calităţii *(verificările metrologice)*, urmată de marcarea (inscripţionarea) acestei operaţii şi – uneori – de indicarea termenului de valabilitate a verificării metrologice; utilizarea unui mijloc de măsurare neverificat metrologic sau dincolo de termenul de valabilitate a mărcii metrologice constituie o încălcare a legii;

– verificările metrologice şi repararea mijloacelor de măsurare sunt supuse unui *regim de automatizare* de către Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate; aceste activităţi se efectuează *numai* de către laboratoare metrologice şi ateliere de reparare autorizate (care dispun de o dotare materială şi condiţii de lucru corespunzătoare), *numai* de către metrologi autorizaţi (care au primit instruirea profesională necesară şi sunt examinaţi periodic) şi *numai* după metode de lucru unificate pe întreaga economie naţională (stabilite prin „Norma tehnică de metrologie“ a fiecărui mijloc de măsurare în parte);

– în cazul unor mijloace de măsurare complexe sau de cea mai mare importanţă pentru procesul de producţie, utilizarea mijloacelor de măsurare se poate face numai de *operatori autorizaţi*.

Pentru efectuarea acestor activităţi, în fiecare societate comercială se organizează un *compartiment de metrologie*, care dispune de laboratoare şi ateliere metrologice autorizate şi de metrologi autorizaţi sau care – atunci când această investiţie nu este justificată economic – colaborează cu unităţile specializate în verificarea şi repararea mijloacelor de măsurare.

Desfăşurarea activităţii de asigurare metrologică în conformitate cu prevederile legii este controlată, pe întreaga economie naţională, de către personalul de specialitate al Comisiei Naţionale pentru Standarde, Metrologie şi Calitate (Inspecţia Metrologiei de Stat).

4.5. UNITĂŢI DE MĂSURĂ

Uniformitatea măsurărilor se realizează, în principal, prin utilizarea unui *sistem de unităţi de măsură*, care trebuie să fie general, acoperind toate domeniile fizicii.

În prezent, în toată lumea şi în ţara noastră este folosit *Sistemul Internaţional de Unităţi* (prescurtat *SI*), adoptat în anul 1960.

În Sistemul Internaţional se disting trei clase de unităţi *SI*: unităţi fundamentale, unităţi derivate şi unităţi suplimentare.

4.5.1. UNITĂŢI *SI* FUNDAMENTALE ŞI SUPLIMENTARE

Se utilizează şapte unităţi fundamentale şi două unităţi suplimentare, care sunt independente între ele. Cu excepţia unităţii de masă, ele se definesc pe baza unor constante fizice universale, care sunt independente de proprietăţile de material, de condiţii de mediu, de loc şi de timp.

Metrul, unitatea de lungime (m), este lungimea drumului parcurs de lumină în vid, în timpul de 1/299 792 458 s.

Kilogramul, unitatea de masă (kg), are o definiţie bazată pe un etalon convenţional, masa prototipului internaţional al kilogramului din platină iradiată, aflat în păstrarea Biroului Internaţional de Măsuri şi Greutăţi, cu sediul în Franţa.

Secunda, unitatea de timp (s), are o definiţie bazată pe proprietăţile atomice („timpul atomic“): durata a 9 192 631 700 perioade ale radiaţiei care corespunde tranziţiei între cele două niveluri hiperfine ale stării fundamentale a atomului de cesiu 133.

Amperul, unitatea de intensitate a curentului electric (A), este definit ca intensitatea unui curent constant care, menţinut în două conductoare paralele rectilinii, cu lungimea infinită şi cu secţiunea circulară neglijabilă, aşezate în vid la o distanţă de 1 m unul de altul produce între aceste conductoare o forţă de $2 \cdot 10^{-7}$ N pe o lungime de 1 m.

Kelvinul, unitatea de temperatură termodinamică (K), este fracţiunea 1/273,6 din temperatura termodinamică a punctului triplu de apă.

Molul, unitatea de cantitate de substanţă (mol), este cantitatea de substanţă a unui sistem care conţine atâtea entităţi elementare (atomi, molecule, electroni etc.) câţi atomi există în 0,012 kg de carbon 12.

Candela, unitatea de intensitate luminoasă (cd), este intensitatea luminoasă a unei surse care emite o radiaţie monocromatică, cu frecvenţa de $540 \cdot 10^{12}$ Hz şi a cărei intensitate energetică, pe o direcţie dată este de 1/683 W/sr.

Radianul, unitate suplimentară SI de unghi plan (rad), este unghiul plan cu vârful în centrul unui cerc, care delimitează pe circumferinţa cercului un arc de lungime egală cu raza cercului.

Steradianul, unitate suplimentară SI de unghi solid (sr), este unghiul solid cu vârful în centrul unei sfere, care delimitează pe suprafaţa sferei o arie egală cu aria unui pătrat de latură egală cu raza sferei.

Scanned with OKEN Scanner

4.5.2. UNITĂŢI DERIVATE

Pornind de la unităţile fundamentale şi suplimentare SI, se definesc, pe baza legilor fizicii, unităţile derivate pentru spaţiu şi timp, fenomene periodice, mecanică, electromagnetism, căldură, acustică, optică, chimie, fizică moleculară şi radiaţii ionizante.

Astfel, din definiţia vitezei ca raport între lungime şi timp, rezultă unitatea de măsură a vitezei, metru pe secundă (m/s); din definiţia forţei ca produs al masei cu acceleraţia, rezultă unitatea de măsură a forţei, kilogram-metru pe secundă la pătrat (kgm/s^2), denumită newton (N) etc.

Dintre mărimile derivate, 19 au denumiri speciale: hertz (Hz), newton (N), pascal (Pa), joule (J), watt (W), coulomb (C), volt (V), farad (F), ohm (Ω), siemens (S), weber (Wb), tesla (T), henry (H), grad Celsius (°C), lumen (lm), lux (lx), becquerel (Bq), gray (Gy) şi sievert (SV).

Cu ajutorul celor 7 unităţi fundamentale, 2 unităţi suplimentare şi 19 unităţi derivate cu denumiri speciale, se definesc orice mărimi derivate utilizate în fizică şi în tehnică.

4.5.3. MULTIPLI ŞI SUBMULTIPLI ZECIMALI AI UNITĂŢILOR SI

Pentru simplificarea exprimării unor valori numerice se definesc ordine de mărime ale unităţilor SI, se folosesc următoarele *prefixe SI*, care se adaugă unităţilor SI şi formează un multiplu sau submultiplu:

$\times 10^{18}$ exa (E)	$\times 10^{-1}$ deci (d)
$\times 10^{15}$ peta (P)	$\times 10^{-2}$ centi (c)
$\times 10^{12}$ tera (T)	$\times 10^{-3}$ mili (m)
$\times 10^{9}$ giga (G)	$\times 10^{-6}$ micro (μ)
$\times 10^{6}$ mega (M)	$\times 10^{-9}$ nano (n)
$\times 10^{3}$ kilo (k)	$\times 10^{-12}$ pico (p)
$\times 10^{2}$ hecto (h)	$\times 10^{-15}$ femto (f)
$\times 10^{1}$ deca (da)	$\times 10^{-18}$ atto (a)

Exemple: 10^{12} ohmi (Ω) = 1 teraohm (TΩ); 10^{-12} farad (F) = 1 picofarad (pF); 10^{3} metri (m) = 1 kilometru (km) etc.

Excepţie de la această regulă o constituie numai unitatea de masă, la care, multiplii şi submultiplii se formează adăugând prefixe SI la cuvântul „gram“ şi nu „kilogram“ (exemplu: 1 mg = 10^{-6} kg).

Scanned with OKEN Scanner

5

NOŢIUNEA DE PRECIZIE DE PRELUCRARE ŞI PARAMETRII ACESTEI PRECIZII

Pentru a măsura şi controla trebuie ştiut mai întâi *ce* şi *de ce* trebuie măsurat şi controlat şi apoi *cum* trebuie măsurat şi controlat.

5.1. DEFINIREA PRECIZIEI DE PRELUCRARE ŞI PRINCIPALII PARAMETRI AI ACESTEI PRECIZII

Obiectivul principal al industriei, în general, constă în fabricaţia produselor de un înalt nivel calitativ şi competitiv, corespunzător cerinţelor beneficiarilor şi la un cost convenabil.

Maşinile, utilajele şi instalaţiile sunt compuse din piese şi subansamble, asamblate astfel încât produsul obţinut să corespundă unui anumit scop bine precizat.

De exemplu, autoturismul, în mod normal a fost conceput şi realizat pentru transportul oamenilor şi al bagajelor aferente acestora.

Pentru satisfacerea în bune condiţii a acestui scop se impune respectarea anumitor cerinţe referitoare la: viteza deplasării (km/oră); puterea motorului (CP); masa şi volumul a ceea ce se transportă; siguranţa transportului; consumul de carburant (litri la suta de km parcurşi); costul transportului; durata vieţii de utilizare; condiţii de întreţinere şi reparaţii; condiţii de ordin ecologic (lipsa poluării sonore şi chimice).

Viteza de deplasare şi puterea vor fi adecvate stării şi pantei drumurilor, şoselelor şi străzilor. În acest scop pentru asigurarea diferitelor trepte de viteze şi de putere va fi necesară utilizarea unui anumit motor dimensionat în mod corespunzător şi a unei cutii de viteze corespunzătoare scopului dorit. La fel, pentru asigurarea celorlalte dorinţe sunt necesare subansamble şi mecanisme adecvate ca de exemplu: siguranţa transportului prin utilizarea unui sistem de frânare şi de suspensie de un anumit tip, dimesionat în mod corespunzător; costul transportului prin utilizarea unui anumit tip de combustibil şi a unei anumite cantităţi a acestuia, consumată la suta de km parcurşi (pentru aceasta se va utiliza şi un anumit tip de carburator); confortul prin utilizarea unui ansamblu de sisteme de încălzire şi de ventilaţie, de suspensie, de tapiţerie etc.; durata vieţii de utilizare şi condiţiile de ordin ecologic prin asigurarea unor condiţii normale de întreţinere şi reparaţii precum şi prin utilizarea anumitor soluţii constructiv-funcţionale şi a anumitor materiale ale subansamblelor şi pieselor componente. Satisfacerea în măsură corespunzătoare a cerinţelor prezentate impune totodată prescrierea unei anumite precizii pentru fiecare piesă componentă şi realizarea preciziei de prelucrare şi asamblare în limitele stabilite.

Pentru desfacerea (vânzarea) rapidă şi avantajoasă a produselor mai intervin totodată şi alţi factori ca cei estetici şi sociali care întregesc noţiunea de calitate şi competitivitate a produselor.

Scanned with OKEN Scanner

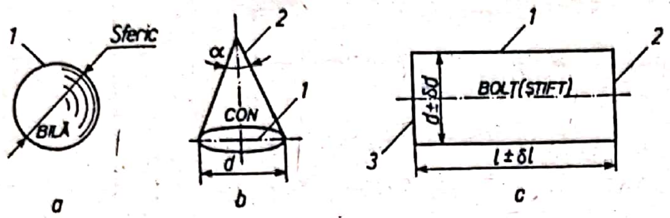


Fig. 5.1.

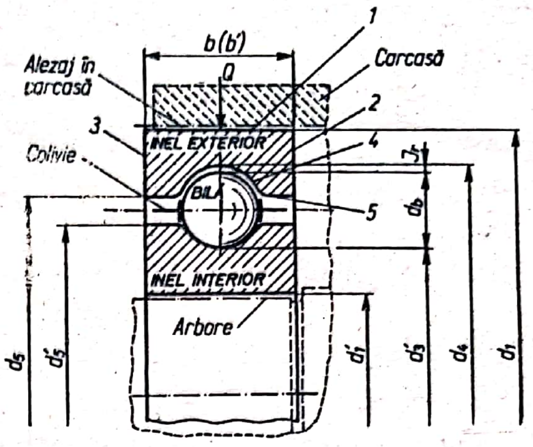


Fig. 5.2.

Piesa, cunoscută şi sub denumirea de reper, reprezintă elementul cel mai simplu din cadrul unui subansamblu sau asamblu. Este constituită din una sau mai multe suprafeţe exterioare sau interioare, de anumite forme constructive, în funcţie de destinaţie şi rolul funcţional din cadrul subansamblului din care face parte.

De exemplu, bila de rulment este constituită dintr-o singură suprafaţă de formă sferică (fig. 5.1, *a*); conul exterior – din două suprafeţe şi anume: baza conului *1* şi suprafaţa laterală *2* (fig. 5.1, *b*); bolţul sau ştiftul din trei suprafeţe; suprafaţa cilindrică exterioară *1* şi două suprafeţe plane frontale *2* şi *3* (fig. 5.1, *c*); inelul exterior al unui rulment radial cu bile, din 5 suprafeţe: suprafaţa cilindrică exterioară *1*, suprafeţele frontale *2* şi *3*, suprafaţa căii de rulare *4*, suprafaţa cilindrică anterioară *5* (fig. 5.2).

Pentru satisfacerea în bune condiţii a cerinţei funcţionale se impune ca suprafeţele pieselor de maşini şi utilaje (fig. 5.1 şi fig. 5.2) să aibă o anumită precizie de execuţie (precizie de prelucrare) a dimensiunilor, formei geometrice, poziţiei, orientării şi bătăii suprafeţelor.

Prin *precizie de prelucrare* se înţelege gradul de apropiere al piesei executate faţă de modelul său teoretic, sub aspect dimensional, geometric şi al caracteristicilor fizico-mecanice.

Precizia de prelucrare se clasifică în precizie dimensională şi precizie geometrică (fig. 5.3).

Prin *precizie dimensională* se înţelege gradul de apropiere a dimensiunilor obţinute în procesul de fabricaţie, faţă de dimensiunile prescrise în desenele de execuţie.

Prin *precizie geometrică* se înţelege gradul de apropiere a formei geometrice, poziţiei, orientării şi bătăii suprafeţelor piesei executate faţă de modelul său teoretic, sub aspectul geometric considerat.

Întrucât în procesul de prelucrare nu este posibilă realizarea pieselor cu precizie absolută se acceptă (se prescriu) două valori limită admisibile pentru dimensiunile, forma geometrică şi pentru poziţia, orientarea şi bătaia suprafeţelor care trebuie să asigure buna funcţionare a pieselor respective. Diferenţa (intervalul) dintre cele două valori limită reprezintă toleranţa dimensională, toleranţa formei geometrice şi respectiv, toleranţa poziţiei (poziţionării), orientării şi bătăii suprafeţelor.

Scanned with OKEN Scanner

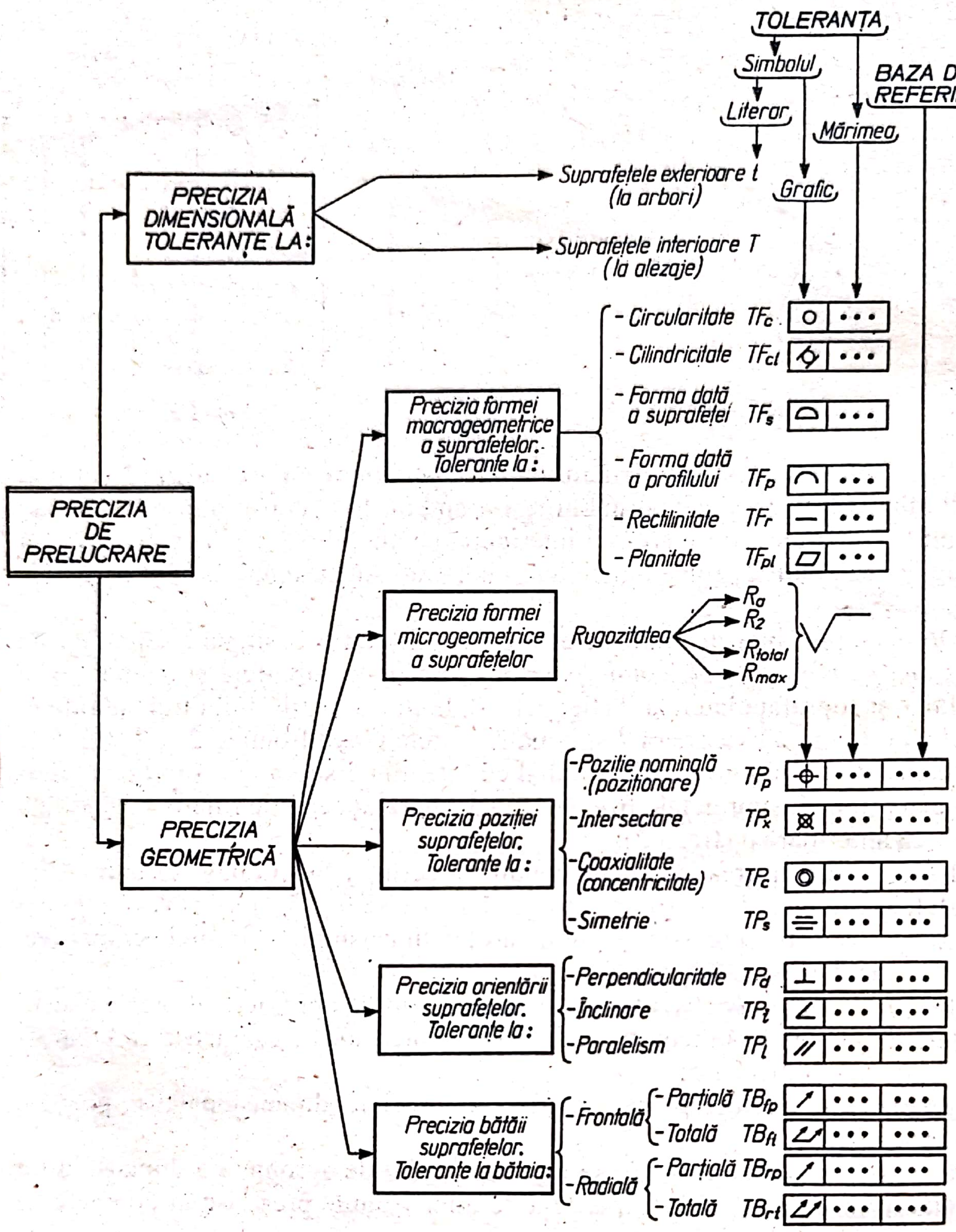


Fig. 5.3.

În figura 5.3 este prezentată succint clasificarea completă a parametrilor preciziei de prelucrare şi respectiv a toleranţelor, precum şi simbolizarea în vederea notării pe desen a acestor toleranţe.

De la caz la caz, în funcţie de rolul funcţional şi de complexitatea pieselor, în desenul de execuţie al acestora se prevede un număr mai mic sau mai mare de parametri ai preciziei de prelucrare.

De exemplu, piesele formate dintr-o singură suprafaţă, după cum este cazul bilelor utilizate la rulmenţi (fig. 5.2) sau la ghidajele cu bile, vor funcţiona corect dacă vor avea acelaşi diametru (precizie dimensională ideală) (fig. 5.4, *a*) şi

Scanned with OKEN Scanner

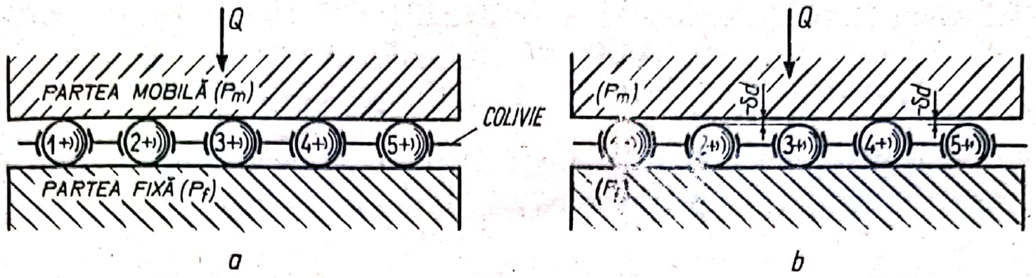


Fig. 5.4.

dacă vor avea forma perfect sferică. În caz contrar, sarcina Q va fi preluată numai de către un număr restrâns de bile (bilele *1* şi *4* – fig. 5.4, *b*), ceea ce va conduce la solicitări exagerat de mari şi ca urmare vor avea loc deformaţii plastice locale şi uzură intensă.

Abaterile de la forma geometrică teoretică (fig. 5.5) vor avea, de asemenea o influenţă negativă în sensul că suprafeţele de contact vor fi neuniforme şi mult micşorate, ceea ce va conduce în timpul funcţionării lor la vibraţii şi trepidaţii, precum şi la neajunsuri aferente impreciziei dimensionale prezentate anterior.

Totodată, este necesar ca suprafaţa bilelor să fie bine netezită (rugozitatea să fie foarte mică), să fie demagnetizată şi să aibă duritate corespunzătoare.

La piesele formate din mai multe suprafeţe, în afară de condiţiile de precizie dimensională şi de forma macro şi microgeometrică (rugozitatea suprafeţei) intervin, în plus, şi alte condiţii de precizie.

De exemplu, la piesa din figura 5.1, *b*, formată din două suprafeţe, se impun condiţii de: precizie dimensională (precizia diametrului bazei conului şi a unghiului α); precizie a formei macrogeometrice (circularitatea şi planitatea bazei conului, rectilinitatea generatoarelor conului); precizie de orientare (perpendicularitatea axei de simetrie a conului pe baza conului).

La piesa din figura 5.1, *c*, formată din trei suprafeţe, se impun, de asemenea, condiţii de: precizie dimensională ($\pm\,\delta d$ şi $\pm\,\delta l$); precizie a formei macrogeometrice (rectilinitatea, circularitatea şi cilindricitatea suprafeţei cilindrice *1*, rectinilitatea şi planitatea suprafeţelor *2* şi *3*); precizia de orientare (paralelismul suprafeţelor *2* şi *3*); precizia bătăii (bătaia frontală a suprafeţelor *2* şi *3* faţă de suprafaţa *1*).

Într-un alt exemplu, la o piesă cu o complexitate mai mare, după cum este cazul inelului exterior al rulmentului (v. fig. 5.2) se impun următoarele condiţii de precizie: precizia dimensională a diametrelor d_1 şi d_1, precizia lăţimii b; precizia formei macrogeometrice a suprafeţelor (rectinilitatea, circularitatea şi cilindricitatea suprafeţei *1*; rectilinitatea şi planitatea suprafeţelor *2* şi *3*; forma dată a suprafeţei *4*); precizia de poziţie (coaxialitatea suprafeţelor *1* şi *4*); precizia de orientare (paralelismul suprafeţelor *2* şi *3*); precizia de bătaie a suprafeţelor (bătaia frontală a suprafeţelor *2* şi *3* în raport cu suprafaţa *1*); rugozitatea (microgeometria) suprafeţelor *1*, *2*, *3* şi *4*.

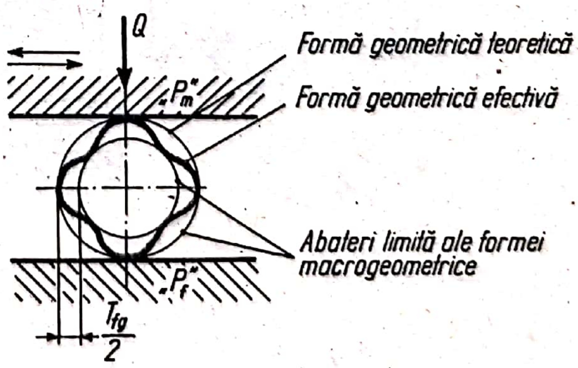


Fig. 5.5.

5.2. INFLUENŢA NEGATIVĂ A ERORILOR DE PRELUCRARE ASUPRA BUNEI FUNCŢIONĂRI A PIESELOR ŞI SUBANSAMBLELOR DE MAŞINI ŞI UTILAJE

La rulmenţii radiali cu bile (v. fig. 5.2), unul din factorii importanţi, în ceea ce priveşte calitatea şi competitivitatea acestora, este jocul radial j_r:

$$j_r = d_4 - 2\,d_b - d_3', \tag{5.1}$$

în care d_4, d_3' şi d_b au semnificaţia arătată în figura 5.2.

În baza relaţiei (5.1) se poate afirma că valoarea prescrisă pentru j_r va fi influenţată direct de: erorile dimensionale ale diametrelor care intră în relaţia de calcul; erorile formei geometrice; erorile de poziţie, orientare şi bătaie a suprafeţelor inelelor şi bilelor, precum şi de erorile de acelaşi gen ale suprafeţelor (alezajul sau alezajele în carcasă şi arborele) cu care se asamblează inelele rulmenţilor (v. fig. 5.2).

Ştiindu-se că, de regulă, unul din inelele rulmentului se montează cu joc iar celălalt cu strângere, se poate întâmpla, de exemplu, ca la montarea cu strângere a inelului interior pe arbore, strângerea prea mare datorată erorilor de prelucrare cu (+) ale arborelui, poate să conducă la anihilarea jocului j_r (blocarea rulmentului respectiv). Aceasta înseamnă că la fel de importantă (ca şi precizia elemenţilor rulmenţilor) este precizia arborilor şi alezajelor carcaselor cu care se asamblează inelele rulmenţilor (v. fig. 5.2).

Adică, un rulment foarte bine executat poate să funcţioneze incorect, datorită erorilor inadmisibil de mari ale pieselor cu care se asamblează inelele acestuia.

Un alt exemplu prin care se demonstrează influenţa negativă a erorilor de prelucrare asupra bunei funcţionări şi importanţa limitării erorilor de prelucrare prin prescrierea de toleranţe (prescrierea preciziei de prelucrare) este şi cel al angrenajelor cilindrice (fig. 5.6), sau conice (fig. 5.7).

Prin angrenaj se înţelege un ansamblu format din două roţi dinţate sau dintr-o roată dinţată şi o cremalieră (roata dinţată cu raza egală cu infinit).

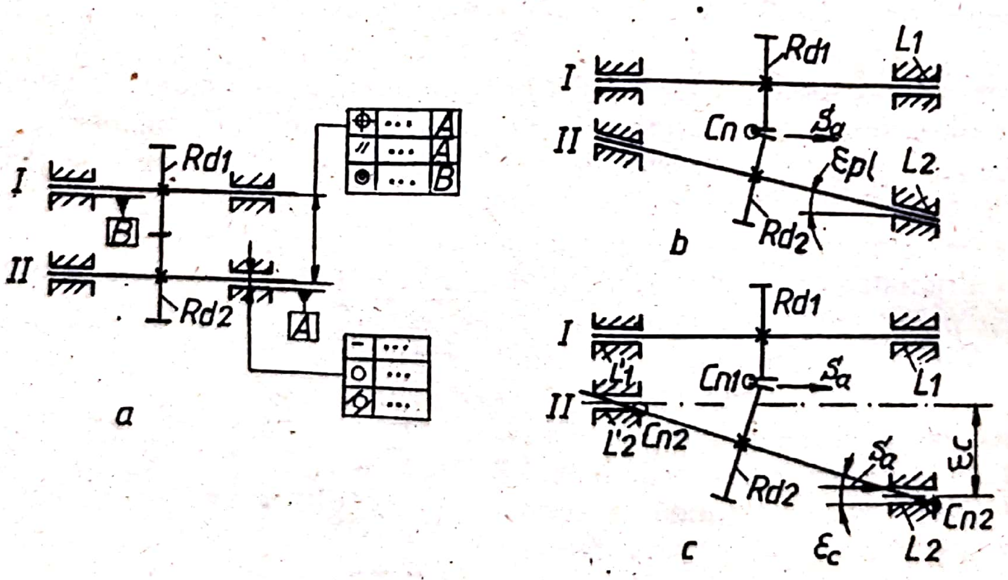


Fig. 5.6.

Scanned with OKEN Scanner

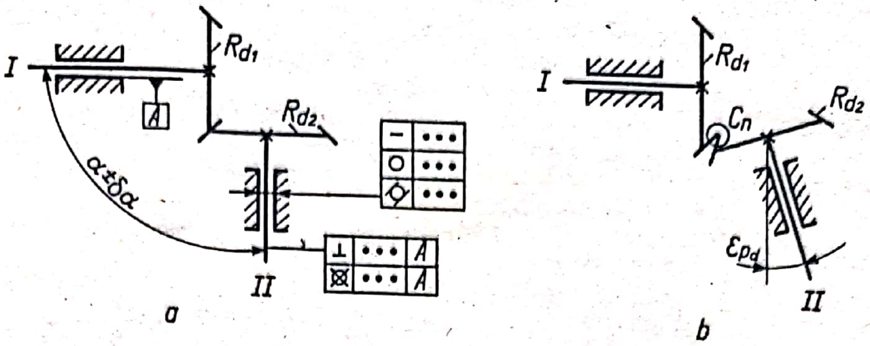


Fig. 5.7.

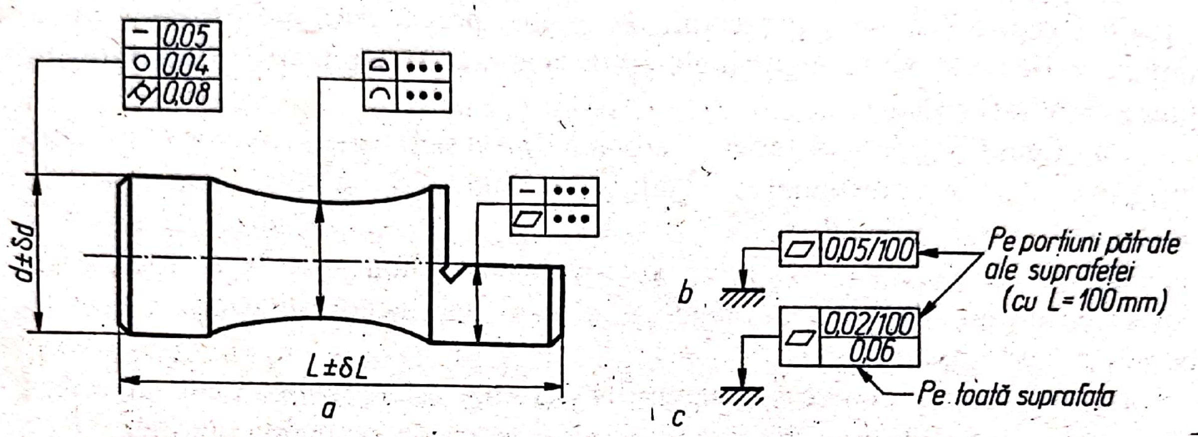
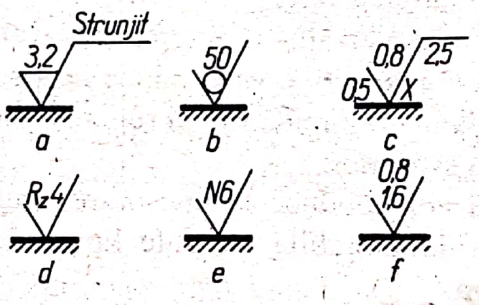


Fig. 5.8.

Fig. 5.9.



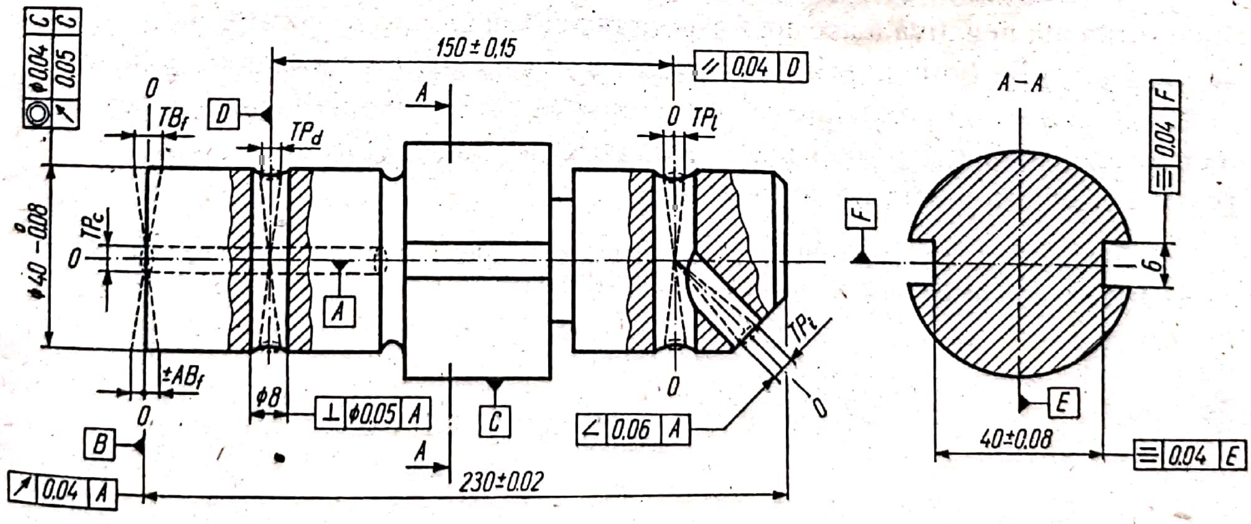
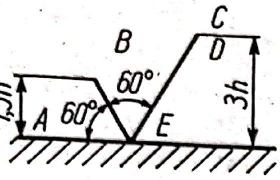


Fig. 5.10.

Scanned with OKEN Scanner



h= cu înălţimea cifrei de cotă
În locurile notate cu A, B, C, D, E se notează:
A- adaosul de prelucrare, în mm.
B- Valoarea superioară a parametrului R_a (fără precizare) sau R_z (cu precizare), sau notarea clasei de netezime (N0, N1...N13); sau notarea valorilor limită superioară şi inferioară a lui R_a sau R_z
C- indicaţii tehnologice
D- lungimea de bază l în mm (pe care se măsoară rugozitatea) dacă este diferită de cea standardizată
E- simbolul orientării rugozităţii: = paralelă; ⊥ perpendiculară; R-radială X-încrucişată; C-circulară; M-în mai multe direcţii.

Fig. 5.11.

În figura 5.6, *a* sunt prezentaţi parametrii preciziei de prelucrare care se impun să fie prescrişi la angrenajele cilindrice. Aceşti parametri au semnificaţia prezentată în figura 5.3.

Din figura 5.6, *b* se observă că eroarea de paralelism ε_{pl} a axelor I şi II conduce la contact necorespunzător C_n al roţilor dinţate R_{d1} şi R_{d2} şi la o solicitare axială S_a a lagărelor L_1 şi L_2.

Din figura 5.6, *c* se observă că eroarea de coaxialitate ε_c, a lagărelor L_1 şi L_2 conduce, în plus, faţă de cazul anterior, şi la contact necorespunzător C_{n2} al arborelui II cu lagărele L_1 şi L_2.

La angrenajele conice se impune prescrierea toleranţelor notate în cadrul figurii 5.7, *a*. Se observă, de exemplu, că eroarea de perpendicularitate εP_a a axelor *I* şi II (fig. 5.7, *b*) poate să conducă la contact necorespunzător C_n la angrenarea roţilor dinţate R_{d1} şi R_{d2}.

Contactul necorespunzător la angrenarea roţilor dinţate sau la asamblarea arborilor cu lagărele respective va conduce în mod inevitabil la solicitări foarte mari şi ca urmare la uzura rapidă sau la ruperea dinţilor şi, respectiv, la uzura intensă a lagărelor şi arborilor.

Toate acestea vor conduce la micşorarea duratei de bună funcţionare, cu toate consecinţele defavorabile aferente lipsei de calitate şi competitivitate a produsului în cauză.

În concluzie, în baza celor arătate, rezultă că erorile de prelucrare, dată fiind influenţa negativă a acestora asupra bunei funcţionări a pieselor de maşini, se impune să fie limitate prin prescrierea, în documentaţia constructiv-tehnologică, a preciziei de prelucrare şi prin controlul acestei precizii (a preciziei dimensionale, preciziei formei macrogeometrice şi microgeometrice, precizie de poziţie, orientare şi bătaie a suprafeţelor).

Aplicaţie. Identificaţi parametrii preciziei de prelucrare notaţi în figurile 5.8, 5.9 şi 5.10 folosind, în acest scop, precizările făcute în figurile 5.3 şi 5.11.

6

NOŢIUNI DE BAZĂ DESPRE METODELE ŞI MIJLOACELE DE MĂSURARE ŞI CONTROL

6.1. NOŢIUNILE DE MĂSURARE, CONTROL ŞI CERCETARE

Măsurarea este operaţia metrologică prin care se determină, direct sau indirect, valoarea unei mărimi în raport cu unitatea de măsură prevăzută pentru mărimea respectivă. Are mai mult un caracter cantitativ.

Pentru efectuarea măsurării, în condiţii bine determinate, există în interacţiune elementele prezentate în figura 6.1.

Controlul, pe lângă măsurare, include şi compararea valorii cu valorile limită admisibile (are caracter calitativ).

Certificarea – măsurarea efectuată în condiţii metrologice deosebit de exigente referitor la precizia măsurării şi a condiţiilor de temperatură, umiditate, lipsa surselor de praf, vibraţii, câmpuri electrice şi magnetice etc. Exemplu: certificarea calelor plan-paralele, a pieselor etalon etc.

6.2. PRINCIPALELE TIPURI DE METODE ŞI MIJLOACE DE MĂSURARE ŞI CONTROL

Metodele şi mijloacele de măsurare şi control (m.m.c.) reprezintă metodele şi mijloacele cu ajutorul cărora se determină cantitativ şi, respectiv, calitativ mărimile de măsurat în anumite condiţii de precizie, productivitate şi cost al operaţiilor de măsurare şi control.

Se clasifică, de obicei, după:

a) **precizie** – m.m.c. de laborator şi m.m.c. tehnice (de atelier);

b) **poziţia aparatului faţă de piesa de măsurat** (controlat) – m.m.c. prin contact sau fără contact cu piesa de măsurat;

c) **modul de obţinere a valorii mărimii măsurate** (controlate) – metode şi mijloace de măsurare directă, indirectă sau combinată;

d) **modul indicaţiei mărimii măsurate:** *metodă analogă* când, de exemplu, mişcarea de translaţie sau de rotaţie este transformată într-o tensiune electrică; *metodă digitală* – când valoarea mărimii este afişată sub formă de cifre sau codificată;

e) **originea sistemului de coordonate:** măsurarea relativă denumită şi comparativă când mijloacele indică o mărime care nu depinde de origine;

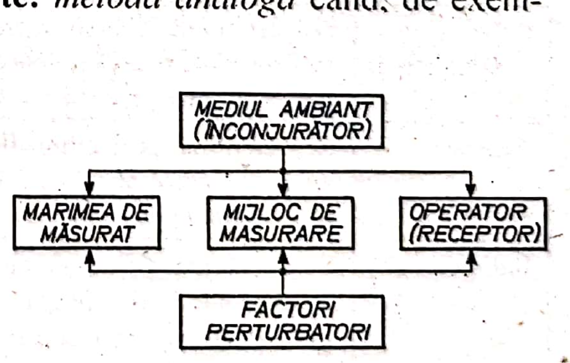


Fig. 6.1.

Scanned with OKEN Scanner

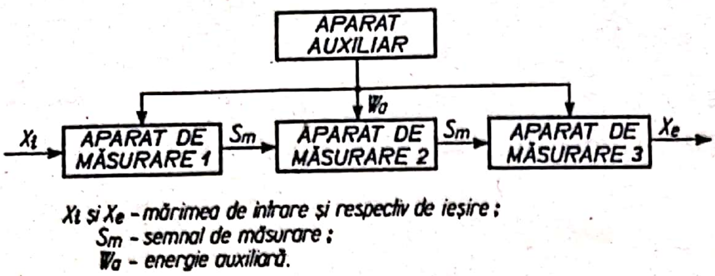


Fig. 6.2.

măsurare absolută când valoarea mărimii este indicată în raport cu cota zero;

f) **gradul de folosire** – universale, speciale, de grup, modulate;

g) **gradul de automatizare** – neautomatizate, semiautomatizate sau automatizate;

h) **modul de referire la unul sau mai mulţi parametri** – uniparametru sau multiparametru;

i) **tipul constructiv** – mecanice, optice, optico-mecanice, electrice, pneumatice, electro-pneumatice, electronice;

j) **destinaţie** – pentru controlul mărimilor: *dimensionale* (control dimensional); *geometrice* (controlul formei geometrice, poziţiei, orientării şi bătăii suprafeţelor); *unghiulare* şi *conicităţilor; filetelor; roţilor dinţate, penelor, canelurilor* etc.; *mecanice* (mase, forţe, momente şi puteri, presiune, duritate, vibraţii, viteze, turaţii, acceleraţii, oscilaţii, frecvenţe, amplitudini, lucru mecanic, debite, densităţi, viscozităţi etc.); *electrice* (etaloane de forţă electromotoare, rezistenţă, inductanţă, capacităţi; aparate electrice de măsurat curenţi, tensiuni, frecvenţe, puteri şi energii, forma semnalelor electrice);

k) **modul de manevrare** – portabile sau stabile;

l) **gradul de complexitate** – măsuri, aparate indicatoare sau traductoare, dispozitive de control, maşini şi instalaţii de control.

O instalaţie de control este compusă din două sau mai multe aparate de măsurare sau aparate auxiliare (fig. 6.2).

În tabelul 6.1 este prezentată definirea principalelor metode de măsurare şi sunt date exemple de măsurare şi control prin metodele respective.

Tabelul 6.1

Clasificarea metodelor de măsurare

Denumirea metodei	Definiţie	Exemple
Absolută	Se determină valoarea absolută (totală) a mărimii (dimensiunii) măsurate	Măsurarea diametrului cu ajutorul şublerului, al micrometrului sau al microscopului de atelier etc.
Relativă (comparativă)	Se determină abaterea efectivă a mărimii date faţă de valoarea nominală a aceleiaşi mărimi	Măsurarea cu ajutorul oricărui aparat comparator (comparatorul cu cadran circular, ortotestul, optimetrul etc.)
Directă	Se determină prin citire directă pe aparat a valorii absolute sau a abaterii mărimii date	Măsurarea lungimilor sau a diametrelor direct cu ajutorul şublerului, micrometrului sau cu oricare aparat comparator
Indirectă	Se măsoară una sau mai multe mărimi care intră într-o relaţie de calcul pentru determinarea valorii absolute sau a abaterii mărimii căutate	Determinarea unghiului de conicitate cu ajutorul riglei sinus; determinarea diametrului mediu la filete prin metoda celor trei sârme calibrate etc.

Tabelul 6.1 (continuare)

Denumirea metodei	Definiție	Exemple
Complexă	Se determină conturul efectiv al suprafețelor complexe sau controlul simultan al mai multor elemente	Controlul danturii roților dințate cu ajutorul proiectorului sau verificarea filetelor cu ajutorul calibrelor limitative, partea trece
Diferențiată (pe elemente)	Se determină valoarea absolută sau abaterea fiecărui element al unei suprafețe complexe (filetată)	Măsurarea diferențiată a diametrului mediu, a unghiului de profil și a pasului la filete
Cu contact	Suprafața de măsurare a aparatului vine în contact cu suprafața piesei de măsurat	Măsurarea cu ajutorul instrumentelor sau a aparatelor cu palpator (fig. 7.6...7.9)
Fără contact	Mijlocul de măsurare nu este prevăzut cu sistem de palpare, transmitere și amplificare	Măsurarea cu ajutorul proiectorului, al microscopului de atelier sau universal prevăzute cu sistem de proiecție a imaginii mărite a piesei
De laborator	Se execută în laborator. Are caracteristic: precizie ridicată (se ține seama de eroarea de măsurare); productivitate scăzută; valoarea efectivă se determină ca medie aritmetică a mai multor măsurări	Măsurarea și certificarea pieselor etalon cu microscopul universal.
Tehnice	Aplicate obișnuit în producție. Rezultatul unei măsurări se consideră valoare efectivă, eroarea de măsurare fiind suficient de mică pentru scopul practic considerat	Măsurarea în atelierele productive cu șublerul, micrometru etc.

Notă: Metodele comparative sunt mai precise decât cele absolute. Metodele directe, mai precise decât cele indirecte. Metodele fără contact nu sunt afectate de erorile cauzate de forța de măsurare.

6.3. INDICI METROLOGICI ȘI ECONOMICI AI MIJLOACELOR DE MĂSURARE

Servesc la alegerea corectă a mijloacelor de măsurare.

Aparatele de măsurare (fig. 6.3) sunt constituite, în general, din: elementele de palpare *1*; element de transmitere *2*; mecanism de amplificare *3*; bloc de alimentare *4*; sistem indicator format din scară (scală) gradată *5* și ac indicator *6*; sistem de înregistrare *7*; sistem de afișare a cotelor *8*.

Unele aparate, cum ar fi cele optice sau pneumatice, sunt lipsite de palpator, măsurarea făcându-se fără contact.

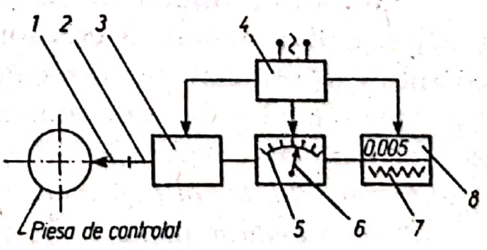


Fig. 6.3.

Referitor la scala (scara) gradată (fig. 6.4), distingem următorii indici metrologici:

Diviziunea – distanța dintre două repere ale scării $C = 1...2,5$ mm;

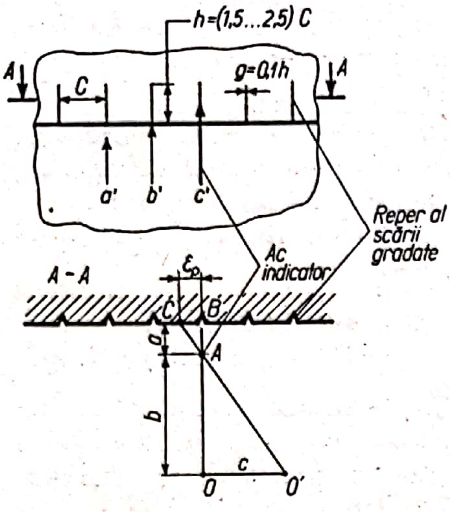


Fig. 6.4

Valoarea diviziunii – valoarea mărimii care provoacă deplasarea acului indicator cu o diviziune: v_{div} = 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50 sau 100 µm. De exemplu, la şublere v_{div} = = 0,1 mm = 100 µm; 0,05 mm = 50 µm sau 0,02 mm = 20 µm;

Domeniul de măsurare pe scara gradată a aparatului – valoarea minimă şi maximă care poate fi măsurată cu mijlocul de măsurare: de exemplu, la micrometre 0 la 25 mm; 25 la 50 mm, 50 la 75 mm etc.;

Precizia citirii şi a indicaţiei – diferenţa dintre valoarea indicată (citită) şi valoarea reală (adevărată) a mărimii; în condiţii de laborator, precizia citirii poate ajunge până la 0,1 dintr-o diviziune, sau până la 0,5 în condiţii de atelier;

Raportul de amplificare (*K*) – raportul dintre deplasarea liniară sau unghiulară a acului indicator şi variaţia mărimii măsurate care provoacă această deplasare. Altfel spus – raportul dintre diviziunea scării gradate (*C*) şi valoarea diviziunii pe aceeaşi scară gradată (fig. 6.4):

$$K = \frac{C}{V_{div}}. \quad (6.1)$$

De exemplu, la comparatorul cu cadran, având C = 1,5 mm şi v_{div} = 0,01 mm, rezultă:

$$K = \frac{1,5}{0,01} = 150$$

Constanta aparatului (C_a) – raportul dintre valoarea mărimii măsurate şi valoarea citirii; C_a = 1 la aparatele la care valoarile diviziunilor reprezintă direct valorile mărimii măsurate; la celelalte aparate când $C_a \neq 1$, valoarea citirii se va înmulţi cu C_a; $C_a = V_{Mm}/V_{Mc}$; $V_{Mm} = V_{Mc} \cdot C_a$;

Pragul de sensibilitate – valoarea minimă a mărimii care provoacă deplasarea acului indicator vizibilă cu ochiul liber;

Fidelitatea – diferenţa indicaţiilor la măsurarea repetată în aceleaşi condiţii ale aceleiaşi mărimi;

Forţa de măsurare – forţa cu care apasă vârful palpator pe piesa de măsurat;

Durabilitatea – capacitatea unui mijloc de măsurare de a avea o durată de serviciu prestabilită în condiţii de utilizare normală;

Fiabilitatea metrologică – capacitatea mijlocului de măsurare de a funcţiona, fără depăşirea erorilor tolerate, pe o anumită perioadă de timp, în condiţiile de utilizare prevăzute în cartea tehnică.

Din rândul indicilor economici menţionăm: *costul mijlocului de control; productivitatea controlului; timpul necesar reglării la zero şi durata unei reglări; gradul de calificare necesar operatorului; costul operaţiei de control.*

Acul indicator poate fi de tipurile *a', b', c'* (fig. 6.4). Mai avantajos din punctul de vedere al corectitudinii citirii este tipul *c'*.

Scanned with OKEN Scanner

6.4. ERORILE DE MĂSURARE ŞI DE PRELUCRARE

6.4.1. DEFINIREA, CLASIFICAREA ŞI EXPLICITAREA ERORILOR DE MĂSURARE

Practica a arătat că valorile mărimilor măsurate nu pot fi determinate cu precizie absolută, datorită imperfecţiunii şi uzurii mijloacelor de măsurare, precum şi datorită diferiţilor factori perturbatori (temperatura, umiditatea, surse de praf, vibraţii, câmpuri electrice şi magnetice etc.), curăţarea şi întreţinerea necorespunzătoare a mijlocului de măsurare şi a pieselor de măsurat, lipsa de calificare şi de atenţie a operatorului etc.

Prin *eroare de măsurare* se înţelege diferenţa dintre valoarea obţinută prin măsurare (ν_{ef}) şi valoarea sa adevărată (reală) (ν_r):

$$\varepsilon_{mas} = \nu_{ef} - \nu_r. \tag{6.2}$$

Principalele componente ale erorii de măsurare sunt:

a) *eroarea de indicaţie* (ε_i) care depinde de:

– jocul dintre elementele mobile şi cele fixe ale mijlocului de măsurare ($\varepsilon_i \le 0,5$) din valoarea diviziunii;

– poziţia observatorului faţă de scara gradată şi acul indicator (eroarea de paralaxă); eroarea de paralaxă ε_p (v. fig. 6.4) se poate determina din asemănarea triunghiurilor *ABC şi AOO'*:

$$\frac{\varepsilon_p}{c} = \frac{a}{b};\ \varepsilon_p = c \cdot \frac{a}{b}, \tag{6.3}$$

în care: c este distanţa dintre poziţia corectă O şi poziţia incorectă O' a operatorului; a – distanţa de la cadran până la acul indicator; b – distanţa de la ochiul operatorului O până la acul indicator;

– condiţiile de lucru (luminozitate, căldură, ritmul impus citirii etc.);

b) *eroarea de reglare* (ε_r) – este în funcţie de: eroarea piesei etalon sau a calelor plan-paralele, după care se face reglarea la zero a aparatului; eroarea de potrivire a acului indicator pe zero;

c) *eroarea datorată forţei de măsurare* (ε_{fm}) – depinde de mărimea forţei de măsurare, forma şi starea suprafeţei piesei şi a vârfului palpator (rugozitate, duritate); ε_{cm} – are loc ca urmare a deformaţiilor de contact;

d) *eroarea datorată temperaturii* (ε_τ) – depinde de temperatura şi coeficientul de dilatare liniară a mijlocului de măsurare şi al piesei:

$$\varepsilon_\tau = \Delta L_p - \Delta L_m, \tag{6.4}$$

în care ΔL_p şi ΔL_m este dilatarea piesei şi respectiv a mijlocului de măsurare, dilatări care se determină în funcţie de coeficienţii de dilatare (α_p şi α_m), de temperatura piesei şi mijlocul de măsurare (τ_p şi τ_m) de mărimea piesei şi a mijlocului de măsurare (L_p şi L_m):

$$\varepsilon_\tau = \Delta L_p = \Delta L_m = L_{p\tau ref}\alpha_p(\tau_p - \tau_{ref}) - L_{m\tau ref} \cdot \alpha_m(\tau_m - \tau_{ref}), \tag{6.5}$$

în care $L_{p\tau ref}$ şi $L_{m\tau ref}$ este mărimea piesei şi respectiv a mijlocului, la temperatura de referinţă ($\tau_{ref} = 20°$ C).

Conform relaţiei (6.4), ε_τ poate să fie (+), dacă $\Delta L_p > \Delta L_m$, (–), dacă $\Delta L_p < \Delta L_m$ sau zero, când $\Delta L_p = \Delta L_m$.

Scanned with OKEN Scanner

La valoarea dimensiunii determinată prin măsurare se adaugă corecţia, care este egală cu ε_τ, dar cu semn contrar:

$$L_{ef\ la\tau\ ref} = L_{ef\ la\tau\ regim} - \varepsilon_\tau \tag{6.6}$$

Aplicaţie. La prelucrarea prin strunjire a unor piese din oţel care au $L_p = 100$ mm. $\alpha_p = 11.5 \cdot 10^{-6}$ şi temperatura în momentul măsurării $\tau_p = 40°C$ se cere să se determine ε_τ ştiind că măsurarea se face cu un micrometru de exterior care are $\tau_m = 19°C$: $\alpha_m = \alpha_p$ şi $L_m = L_p$.

Conform relaţiei (6.5), rezultă:

$$\varepsilon_\tau = 100 \cdot 11{,}5 \cdot 10^{-6}(40° - 20°) - 100 \cdot 11{,}5 \cdot 10^{-6}(19 - 20) =$$
$$= 0.023 - (-0{,}0115) = 0.024 \text{ mm} = 24\ \mu\text{m}.$$

Considerând că $L_{efla\tau\ regim} = 100.03$ mm. conform relaţiei (6.6) rezultă: $L_{efla\tau\ ref} = L_{efla\tau\ regim} - \varepsilon_\tau = 100.03 - 0.024 = 100.006$ mm.

Dacă piesele ar fi din aliaj de aluminiu ($\alpha_p = 24 \cdot 10^{-6}$), eroarea ε_τ va fi $= 100 \cdot 10^{-6} \cdot 24)(40° - 20°) - 11{,}5(19° - 200°) = 100 \cdot 10^{-6} \cdot 491{,}5 = 0{,}049 = 49\ \mu$m.

După caracterul lor, erorile de măsurare, ca şi erorile de prelucrare, se pot clasifica în trei grupe mari şi anume: erori sistematice, erori întâmplătoare şi erori grosolane (sau greşeli).

Erorile sistematice sunt acele erori ale căror cauze pot fi cunoscute şi ale căror valori pot fi determinate pentru fiecare caz în parte. La rândul lor, erorile sistematice pot fi constante sau variabile după o anumită lege cunoscută.

Erorile sistematice constante au valori constante, indiferent de valoarea mărimii măsurate.

De exemplu, dacă la rigla gradată a unui şubler, sau la o riglă metalică gradată prorpiu-zisă, prima diviziune este cu 0,2 mm mai mare decât celelalte (care sunt corect executate) (fig. 6.5, *a*), orice valoare a mărimii măsurate cu şublerul respectiv va fi, în realitate, mai mare cu 0,2 mm decât valoarea efectivă v_{ef} citită la şubler. Conform relaţiei (6.2), şi figurii 6.5, *a*, eroarea sistematică va fi:

$\varepsilon_s = V_{ef} - V_r = 1 - 1{,}2 = -0{,}2$ mm, iar valoarea reală a mărimii $v_r = V_{ef} - \varepsilon_s = -1 - (-0{,}2) = 1{,}2$ mm, ceea ce se vede şi în figura 6.5, *a*.

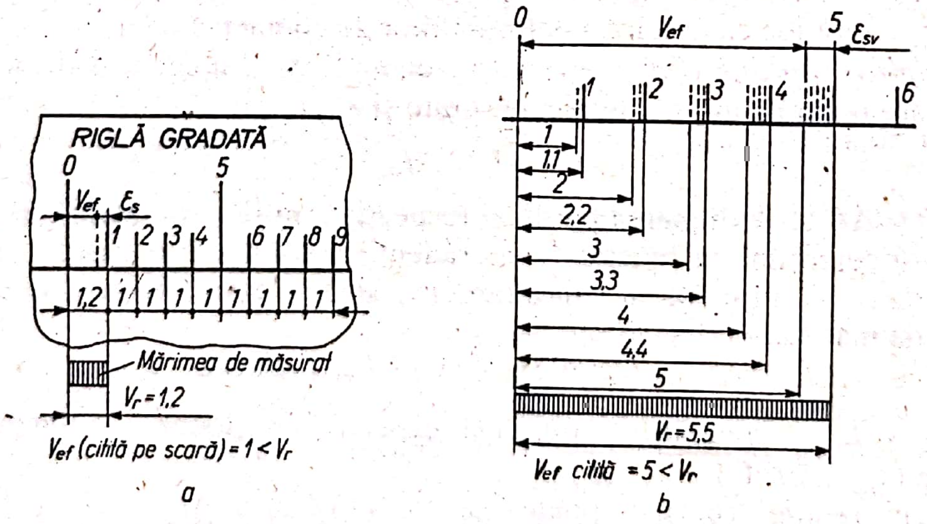


Fig. 6.5.

Erorile sistematice variabile după funcţii liniare (proporţionale într-un sens) au valori care cresc sau descresc proporţional cu creşterea sau descreşterea valorii mărimii măsurate.

De exemplu, dacă la scara gradată a unui micrometru de exterior sau la un şubler de exterior, fiecare diviziune este mai mare cu 0,1 mm (fig. 6.5, *b*), înseamnă că cu cât valoarea măsurată (V_{ef}) va fi mai mare cu atât şi eroarea de măsurare va fi mai mare. Adică, pentru V_{ef} = 5 mm (citită pe şubler), eroarea de măsurare $\varepsilon_{sv} = V_{ef} - V_r = 5 - 5{,}5 = -0{,}5$ mm, de unde, $V_r = V_{ef} - \varepsilon_{sv} = 5 - (-0{,}5) = 5{,}5$ mm, ceea ce este în concordanţă cu schema din figura 6.5.

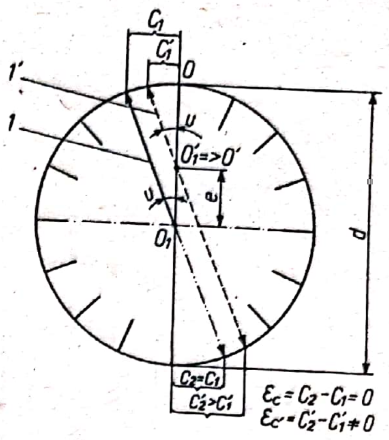


Fig. 6.6.

În concluzie, cunoscând valoarea erorii sistematice, valoarea reală (adevărată) a mărimii măsurate se poate determina în modul arătat mai sus, în legătură cu figura 6.5.

Erorile sistematice variabile după funcţii periodice au valori care variază când într-un sens, când în altul, o dată cu variaţia numai într-un sens a valorii mărimii măsurate.

De exemplu, dacă la un comparator cu cadran circular acul indicatorului este montat cu excentricitatea „*e*" (fig. 6.6) faţă de scara gradată circulară, pe parcursul unei rotaţii complete a acului indicator eroarea de citire variază periodic. Pentru cazul când acul indicator *1* este montat corect (articulat în O_1) citirile C_1 şi C_2 sunt egale (la rotirea cu 180°), în timp ce în cazul acului *1'* montat excentric, pentru unghiurile „*U*" egale la centru, citirile C_1' şi C_2 sunt diferite faţă de citirile corecte C_1 şi C_2 (fig. 6.6). Eroarea de citire ε_c (fig. 6.6) va fi în funcţie de excentricitatea „*e*", diametrul „*d*" al cadranului gradat şi poziţia acului indicator (unghiul „*U*").

Erorile întâmplătoare – sunt erorile care variază la întâmplare atât ca valoare cât şi ca semn, care, spre deosebire de erorile sistematice, nu pot fi stabilite în prealabil pentru o anumită piesă din lotul pieselor de controlat. Cauzele apariţiei acestor erori pot fi: jocurile în lagăre, în ghidaje, frecările şi uzurile, poziţia diferită a piesei în timpul măsurării, deformaţiile elastice ale elementelor din componenţa mijlocului de control etc. Aceste cauze sunt greu sau imposibil de înlăturat.

Erorile grosolane (greşelile) sunt acele erori care denaturează cu mult rezultatul măsurării. Se datoresc fie unei defecţiuni în aparat, fie neatenţiei şi lipsei de calificare a operatorului, fie schimbării bruşte a condiţiilor de măsurare etc. Pot fi evitate prin înlăturarea cauzelor care le provoacă apariţia (cauzelor arătate mai sus).

6.4.2. NOŢIUNEA DE EROARE DE PRELUCRARE ŞI DE ABATERE

Pentru o mărime oarecare, cum ar fi, de exemplu, diametrul unui lot de arbori prelucraţi cu scula reglată la cotă, există o singură valoare pentru dimensiunea nominală *N*, prescrisă în desenul de execuţie, două diametre limită

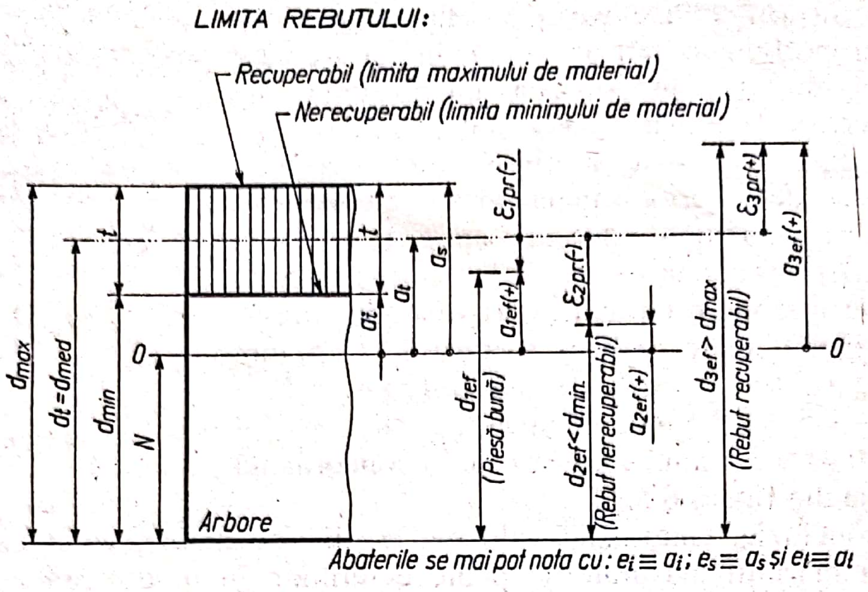


Fig. 6.7.

admisibile d_{min} şi d_{max}, toleranţa $t = d_{max} - d_{min}$ şi o dimensiune medie d_{med}, denumită şi dimensiune teoretică d_t, care corespunde jumătăţii câmpului de tole- ranţă (fig. 6.7).

$$d_{med} = \frac{d_{min} + d_{max}}{2}$$

Dimensiunile realizate în procesul de prelucrare şi puse în evidenţă prin măsurare poartă denumirea de dimensiuni efective (d_{ef}). Aceste dimensiuni, sub influenţa erorilor întâmplătoare (aleatorii) de prelucrare şi de măsurare, vor avea o multitudine de valori în cadrul sau în afara toleranţei prescrise.

Piesele se vor considera corect prelucrate numai dacă dimensiunile efective se încadrează în limitele admisibile:

$$d_{min} \leq d_{ef} \leq d_{max}. \qquad (6.7)$$

Nerespectarea relaţiei (6.7) conduce la apariţia rebutului recuperabil, dacă $d_{ef} > d_{max}$ în cazul arborilor (fig. 6.7) şi dacă $D_{ef} < D_{min}$ în cazul alezajelor (fig. 6.8) sau a rebutului nerecuperabil, dacă $d_{ef} < d_{min}$ în cazul arborilor (fig. 6.7) şi dacă $D_{ef} > D_{max}$ în cazul alezajelor (fig. 6.8). Altfel spus, rebutul recuperabil se va obţine de la depăşirea limitei rebutului recuperabil (egală la arbori cu d_{max} şi la alezaje cu D_{min}), denumită şi limita maximului de material. Rebutul nerecuperabil se va obţine la depăşirea limitei rebutului nerecuperabil (egală cu d_{min} la arbori şi cu D_{max} la alezaje), denumită şi limita minimului de material.

Eroarea de prelucrare se va considera în raport de dimensiunea teoretică (dimensiunea medie):

$$\varepsilon_{pr} = d_{ef} - d_t \qquad (6.8)$$

NOTĂ. Abaterile, conform standardelor în vigoare, se mai notează şi cu litera $e(E)$ astfel: $e_i \equiv a_i$; $e_s \equiv a_s$; $E_i \equiv A_i$ şi $E_s \equiv A_s$.

Scanned with OKEN Scanner

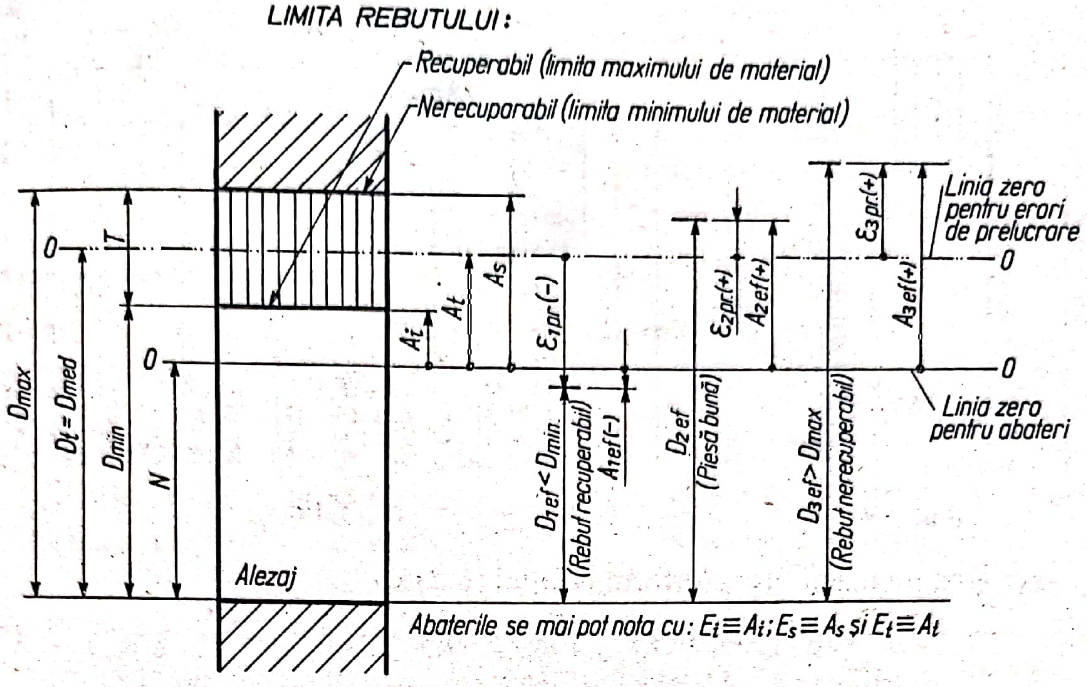


Fig. 6.8.

spre deosebire de abaterile limită a_i şi a_s care se consideră în raport de dimensiunea nominală N (fig. 6.7 şi 6.8):

$$a_i = d_{min} - N \text{ şi } a_s = d_{max} - N;\ a_{ef} = d_{ef} - N \qquad (6.9)$$

$$A_i = D_{min} - N \text{ şi } A_s = D_{max} - N;\ A_{ef} = D_{ef} - N \qquad (6.10)$$

Noţiunea de abatere şi de eroare de prelucrare sunt, deci, două noţiuni distincte şi inconfundabile deoarece baza de referinţă pentru abateri este dimensiunea nominală, în timp ce pentru eroarea de prelucrare, bază de referinţă este dimensiunea teoretică. Pentru cele trei dimensiuni efective considerate în cazul arborilor (fig. 6.7) şi în cazul alezajelor (fig. 6.8), abaterile efective şi erorile de prelucrare respective se pot determina ca mărime şi semn conform schemelor prezentate în figurile menţionate.

NOTĂ – Se va verifica înţelegerea noţiunilor în cadrul a câte unei aplicaţii numerice pentru arbori şi alezaje.

6.4.3. INFLUENŢA NEGATIVĂ A ERORII DE MĂSURARE ASUPRA OBIECTIVITĂŢII CONTROLULUI

O anumită dimensionare realizată, considerată de regulă ca dimensiune efectivă (de exemplu d_{1ef}), sub influenţa erorii de măsurare (ca eroare întâmplătoare) poate să aibă o multitudine de valori cuprinse între două valori limită, $d_{1\,ef\,min}$ şi $d_{1\,ef\,max}$ (fig. 6.9), deşi, în realitate, dimensiunea considerată are o singură valoare adevărată, d_{1r}. Sau, altfel spus, orice dimensiune efectivă găsită prin măsurare, în prezenţa erorii de măsurare, poate să aibă valoarea reală între două limite, $d_{ef\,min}$ şi $d_{ef\,max}$.

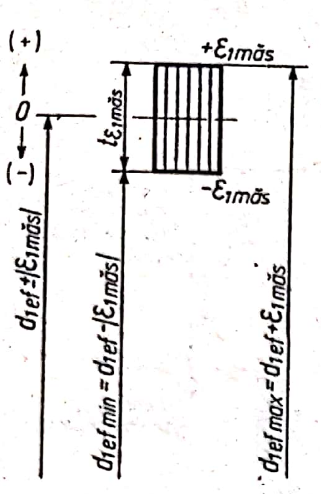


Fig. 6.9.

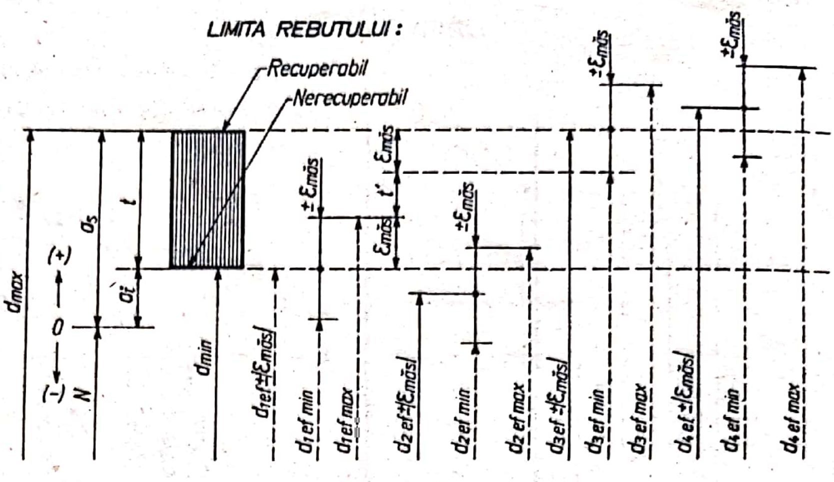


Fig. 6.10.

Eroarea de măsurare, conform relației (6.2) va fi:

$$\varepsilon_{1\,măs} = d_{1\,ef} - d_{1r}, \tag{6.11}$$

în care: d_{1r} este dimensiunea reală (dimensiunea adevărată); $\varepsilon_{1măs}$, conform relației (6.11) poate să fie: pozitivă (+), dacă $d_{1ef} > d_{1r}$; negativă (–) dacă $d_{1ef} < d_{1r}$; zero (0) când $d_{1er} = d_{1r}$.

Câmpul de împrăștiere (toleranța erorii de măsurare) va fi:

$$t_1\varepsilon_{1măs} = d_{1ef\,max} - d_{1ef\,min} = d_{1ef} + \varepsilon_{1măs} - (d_{1ef} - \varepsilon_{1măs}) = 2\varepsilon_{1\,măs} \tag{6.12}$$

Din cercetările efectuate se știe că, în general, măsurarea este concludentă (are grad corespunzător de obiectivitate) numai dacă:

$$t\varepsilon_{măs} \le (10\ldots 20)\%t_p, \tag{6.13}$$

în care t_p este toleranța prescrisă la parametrul de control.

În cazul nerespectării relației (6.13) controlul va avea caracteristic un grad ridicat de incertitudine. Aceasta înseamnă că la control se pot accepta ca bune și o serie de piese care în realitate pot să fie rebut și, totodată, pot să fie rebutate o altă serie de piese care în realitate sunt bune.

De exemplu, dacă, conform figurii 6.10 controlorul, într-un prim caz găsește prin măsurare cota $d_{1ef} = d_{1min}$ (notată în figură cu $d_{1ef} \pm |\varepsilon_{măs}|$), o acceptă ca bună, deși această cotă în prezența erorii de măsurare ($-\varepsilon_{măs}$), poate să aibă și valoarea $d_{1ef\,min} < d_{min}$. Aceasta înseamnă că se poate accepta ca bună o piesă care în realitate poate fi rebut nerecuperabil.

În al doilea caz, găsindu-se prin măsurare cota $d_{2ef} < d_{min}$, notată în desen cu $d_{2ef} \pm |\varepsilon_{măs}|$, piesa se rebutează (rebut nerecuperabil), deși în prezența erorii de măsurare ($+\varepsilon_{măs}$), piesa poate să fie bună, având cota $d_{2\,ef\,max} > d_{min}$.

În al doilea caz, piesa cu cota $d_{3ef} = d_{max}$, notată în figura 6.10 cu $d_{3ef} \pm |\varepsilon_{măs}|$, se acceptă, deși în realitate, în prezența erorii de măsurare ($+\varepsilon_{măs}$), poate să aibă și cota $d_{3ef\,max} > d_{max}$ (rebut recuperabil).

În cel de al patrulea caz, piesa cu cota $d_{4ef} > d_{max}$, notată în figura 6.10 cu $d_{4ef} \pm |\varepsilon_{măs}|$, se rebutează (rebut recuperabil) deși în realitate, în prezența erorii ($-\varepsilon_{măs}$), poate să aibă și cota $d_{4ef\,min} < d_{max}$.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru eliminarea neajunsului prezentat mai sus se impune ca la control să se accepte numai acele piese care se încadrează în toleranța t':

$$t' = t - 2\varepsilon_{măs}, \qquad (6.14)$$

urmând ca piesele care nu se încadrează în t' să se recontroleze cu un alt mijloc de control mai precis.

Într-un alt mod se poate recurge la prelucrarea pieselor cu toleranța t'. Acest mod de prelucrare cu toleranța $t' < t$ conduce însă la scumpirea prelucrării, știindu-se că variația costului prelucrării în raport de toleranță este hiperbolică (fig. 6.11), la toleranțe mici rezultând costurile ridicate și invers, la toleranțe mari (precizie mai scăzută), costuri mici.

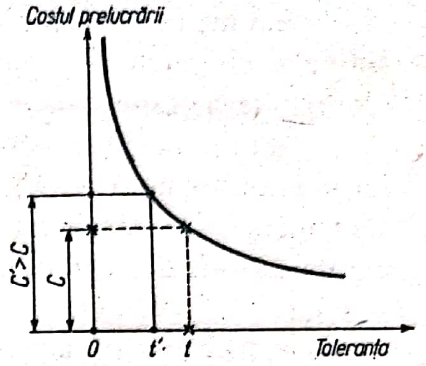


Fig. 6.11.

6.5. PRINCIPIILE DE ALEGERE A METODELOR ȘI MIJLOACELOR DE MĂSURARE ȘI CONTROL

Alegerea corectă a metodelor și mijloacelor de măsurare și control se face ținându-se seama de indicii metrologici și economici (subcapit. 6.3) în strânsă corelare cu: forma, dimensiunile și masa piesei, parametrul de controlat și precizia acestuia, tipul de producție (unicate, serie mică, serie sau masă) și productivitatea măsurării care trebuie să fie mai mare sau cel mult egală cu cea a prelucrării, costului aplicării metodei și mijloacelor de control astfel încât costul operațiilor de control să fie cât mai mic cu putință.

Pentru efectuarea unui control cu grad ridicat de obiectivitate (subcapit. 6.4.3) se impune ca metodele și mijloacele de măsurare și control să fie astfel concepute, realizate și alese încât eroarea limită de măsurare ($T\varepsilon_{măs}$) să nu depășească (10–20/°) din toleranța prescrisă (t_p) la parametrul de controlat, sau valoarea diviziunii mijlocului de măsurare să respecte condiția:

V_{div} = (1/3 . . . 1/5) t_p, pentru cazuri de importanță obișnuită;

= (1/5 . . . 1/10) t_p, pentru cazuri de importanță mare;

= (1/10 . . . 1/20) t_p, pentru cazuri de importanță foarte mare.

6.6. REGULI DE UTILIZARE CORECTĂ ȘI DE ÎNTREȚINERE A MIJLOACELOR DE MĂSURARE ȘI CONTROL

Pentru ca indicii metrologici ai mijloacelor de măsurare să fie menținuți la nivelul prevăzut în cartea tehnică sau în instrucțiunile metrologice, pe durata de serviciu prestabilită (durabilitatea și fiabilitatea metrologică a mijloacelor respective), este necesară respectarea următoarelor reguli de utilizare și de întreținere:

– depozitarea mijloacelor de măsurare numai în locuri special amenajate, lipsite de umiditate și ferite de lovituri (șocuri) cu alte mijloace sau obiecte tari;

Scanned with OKEN Scanner

– înaintea utilizării cât şi după utilizare (la terminarea lucrului), suprafeţele active şi ghidajele se curăţă cu alcool sau neofalină şi apoi se şterg cu o lavetă (care nu lasă scame), uşor îmbibată cu unsoare neutră;

– la mijloacele de măsurare cu lagăre gazostatice (cazul aparatelor de măsurat în coordonate *X, Y, Z*), grupul de preparare a aerului comprimat se va curăţa săptămânal, iar imprimanta, display-ul, calculatorul şi blocul electronic trebuie curăţate zilnic de praf; atunci când nu sunt folosite, se păstrează protejate de husele lor;

– utilizarea mijloacelor de măsurare şi control se va face numai în condiţiile prevăzute în cartea tehnică (presiunea aerului comprimat, tensiunea şi intensitatea curentului etc.), de către personal cu pregătire corespunzătoare;

– periodic, mijloacele de măsurare şi control vor fi verificate din punct de vedere metrologic de către personal autorizat în acest scop, pentru a se constata dacă precizia acestor mijloace corespunde precizărilor din prospect;

– personalul care utilizează mijloacele de măsurare şi control trebuie să fie instruit şi atestat periodic, avându-se în vedere progresul tehnic şi ştiinţific realizat în domeniul echipamentelor de măsurare şi în tehnica măsurării şi controlului.

Scanned with OKEN Scanner

7

MĂSURAREA ŞI CONTROLUL MĂRIMILOR GEOMETRICE MECANICE ŞI ELECTRICE

7.1. MĂSURAREA MĂRIMILOR GEOMETRICE

7.1.1. MĂSURAREA ELECTRICĂ A MĂRIMILOR GEOMETRICE

Pentru măsurarea pe cale electrică a oricărei mărimi neelectrice este nevoie, în prima etapă, de transformarea acesteia sau a variaţiei ei într-un semnal electric proporţional cu valoarea mărimii de măsurat. Dacă această transformare se face direct, mijloacele de măsurare respective se numesc traductoare electrice directe.

În figura 7.1 este prezentat un traductor inductiv cu circuit electromagnetic deschis. Variaţia dimensională ± δ*d* provoacă deplasarea miezului de fier *4*, sub acţiunea tijei *2* şi a vârfului *1* în contact cu piesa *P*; această deplasare, la rândul ei, determină schimbarea inductanţei bobinei electromagnetice *5* şi, ca urmare, modificarea curentului în circuitul de măsurare *6*. Valorile abaterilor efective se citesc pe scara aparatului *7*, etalonat în micrometri (μm). Traductorul este fixat într-un suport *9* cu şurubul *3*. Elementul *8* limitează deplasarea tijei *2*.

În figura 7.2 este prezentată schema de principiu a unui traductor inductiv diferenţiat.

Prin deplasarea miezului *4* în electromagneţii *6* şi *6'*, datorită abaterilor ± δ*d* ale piesei *P* (la contactul vârfului *1* al tijei *2* cu piesa) se dezechilibrează puntea electrică şi aparatul indicator *7*, etalonul în μm, arată abateri (+) sau (–), faţă de abaterea zero, corespunzătoare poziţiei medii a miezului *5*. Arcul plan *4* asigură forţa de măsurare.

În ultima vreme, se utilizează cu rezultate foarte bune traductoarele inductive fără contact cu piesa de măsurat. Aceste traductoare, ca şi cele în contact cu

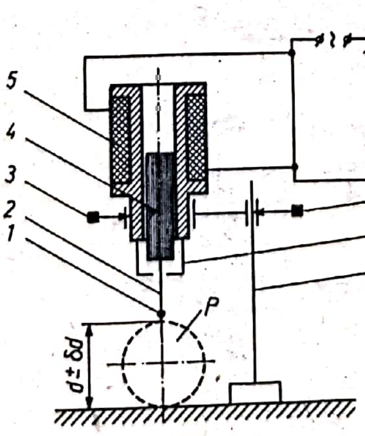


Fig. 7.1

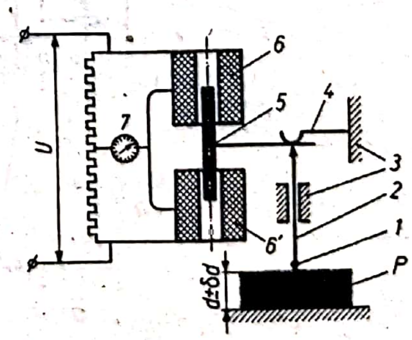


Fig. 7.2

Scanned with OKEN Scanner

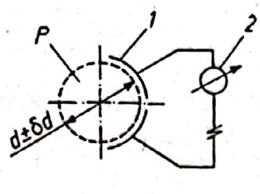


Fig. 7.3

piesa se produc şi în ţara noastră la Societatea Comercială de Aparate pentru Cercetare Bucureşti.

În figura 7.3 este prezentată schema de principiu a unui traductor capacitiv care are la bază variaţia capacităţii unui condensator *1* în funcţie de abaterile ± δ*d* ale piesei *P*; variaţia capacităţii şi, deci, abaterile efective se vor citi la un aparat electric indicator *2*, etalon în µm.

Traductoarele prezentate se utilizează fixate în cadrul unui suport, ca în figura 7.1 sau fixate în cadrul unor dispozitive de control.

7.1.2. MĂSURAREA PNEUMATICĂ A MĂRIMILOR GEOMETRICE

Măsurarea cu traductoarele pneumatice se face fără contact cu piesa, înlăturându-se erorile datorate contactului dintre palpator şi piesă. Pot fi utilizate ca mijloace universale fixate în suport, sau în cadrul dispozitivelor de control, ca şi celelalte tipuri de aparate comparatoare (sau traductoare). Mai pot fi folosite în cadrul instalaţiilor de control automat activ montate pe maşini-unelte sau în linii tehnologice automatizate.

Aceste traductoare au la bază principiul variaţiei presiunii sau vitezei aerului comprimat în funcţie de abaterile efective ± δ*d* ale piesei de măsurat (fig. 7.4). Prin măsurarea variaţiei presiunii sau vitezei aerului cu un aparat de construcţie adecvată, etalonul în µm, se vor măsura, de fapt, abaterile ± δ*d* ale piesei.

În figura 7.4, *a* este prezentată schema de principiu a unui traductor pneumatic cu manometru. Aerul de la reţea cu presiunea $P_i = 5 - 6$ bari intră în filtrul *1* apoi în regulatorul de presiune *2*, asigurându-i o presiune P_1 = *ct*. Presiunea din camera de detentă C_d va fi $P_2 \neq ct$, în funcţie de interstiţiul „*i*"

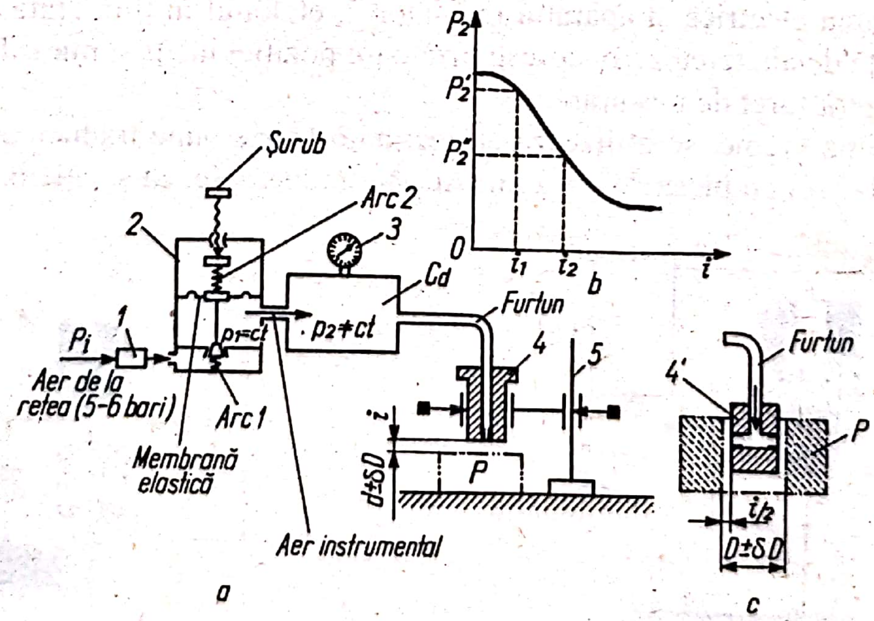


Fig. 7.4

Scanned with OKEN Scanner

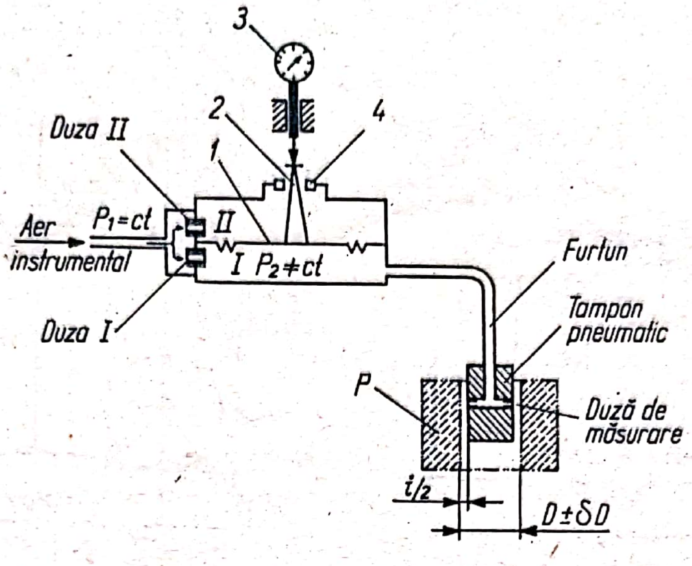


Fig. 7.5

dintre piesa P şi duza capului de măsurare *4* fixat în suportul *5*. Pentru $i = 0$, $P_2 = P_1$, iar pentru $i = +\infty$, p_2 = presiunea atmosferică. Interstițiul i se va lua aşa încât P_2 să aibă variaţie liniară proporțională ($i \leq i \leq i_2$, (fig. 7.4, *b*). Presiunea P_2 (şi deci, abaterile $\pm \delta d$) se măsoară la manometrul *3* etalonat în μm.

La măsurarea alezajelor (fig. 7.4, *c*) în locul capului de măsurare *4* se va folosi un tampon pneumatic *4'*. Reglarea la zero a manometrului, în vederea măsurării abaterilor $\pm \delta d$ sau $\pm \delta D$ se va face după piese etalon.

La traductorul pneumatic „superjet" (cu viteză foarte mare de scurgere a aerului) fabricat la I.M.F. Bucureşti (fig. 7.5), variația interstițiului „*i*", provocată de abaterile $\neq \delta D$ ale piesei P, conduce la variația presiunii p_2 din camera de măsurare *I*. Diferența de presiune a camerei *I*, față de camera de compensare *II*, va provoca deplasarea membranei de măsurare *1* şi a cuiului *2* al supapei duzei de autocompensare *4*, până la anularea dezechilibrului produs. Această deplasare este citită la comparatorul *3* gradat în μm (± 40 μm).

Capul de măsurare *4* (fig. 7.4) trebuie să fie fixat într-un suport prevăzut cu sistem de reglare fină şi cu un element intermediar care permite fixarea şi a altor tipuri de traductoare şi aparate comparatoare (comparatoare cu cadran, pupitaste, ortoteste etc.). Un astfel de suport a fost conceput şi realizat la Universitatea Politehnica din Bucureşti, Facultatea şi catedra de T.C.M.

7.1.3. MĂSURAREA ŞI CONTROLUL DIMENSIUNILOR, FORMEI MACROGEOMETRICE ŞI POZIȚIEI SUPRAFEȚELOR

În baza celor arătate în subcapitolele anterioare, în cazul producției de serie mică şi unicate se vor utiliza în mod eficient (rentabil din punct de vedere tehnic şi economic), metode şi mijloace de măsurare şi control universale, în sine cunoscute, atât în cadrul disciplinelor tehnologice, precum şi în activitatea practică de producție şi de laborator, ca de exemplu; şublere (cu vernier, cu comparator sau cu afişaj de cotă); micrometre şi comparatoare cu cadran de diferite

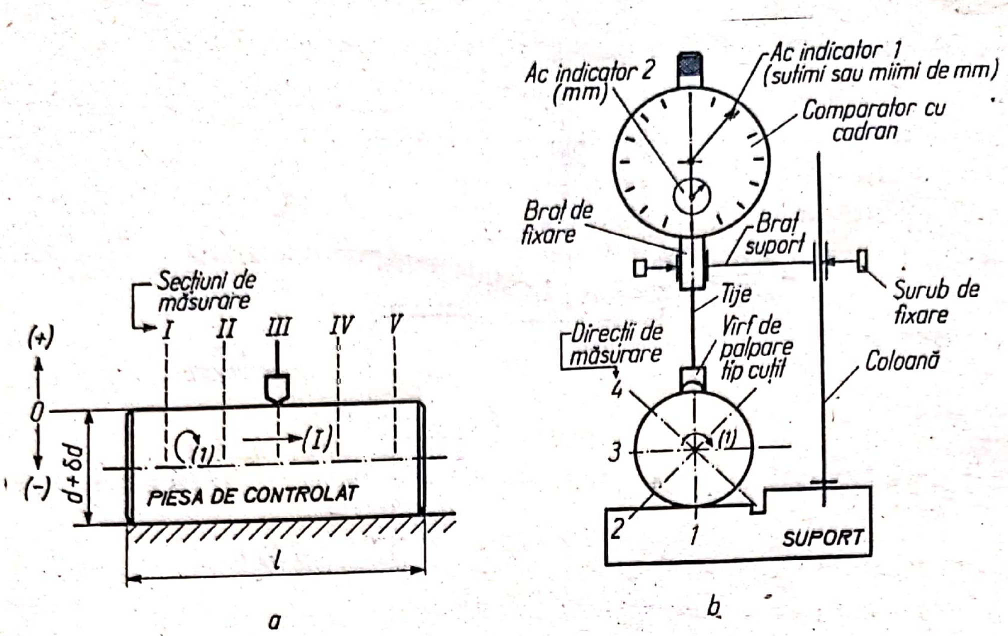


Fig. 7.6

tipodimensiuni; ortoteste; pasametre; micrometre cu pârghie; traductoare inductive, capacitive, cu contacte electrice; traductoare pneumatice, electropneumatice sau de alt tip, fixate în suporturi de construcţie mecanică sau magnetică sau montate în dispozitive sau instalaţii de control; dispozitive de control modulate sau de grup.

În producţia de serie şi masă se recomandă utilizarea metodelor şi mijloacelor de mare productivitate, cum ar fi: calibrele limitative pentru controlul dimensional al arborilor şi alezajelor de formă cilindrică sau conică, lise filetate sau canelate; dispozitive, maşini şi instalaţii de măsurare şi control specializate; control activ automat sau statistic.

Indiferent de metoda şi mijlocul de control este necesară utilizarea unei scheme corecte de măsurare şi control, astfel încât parametrul controlat să fie corect definit.

De exemplu la arbori (fig. 6.7), cât şi alezaje (fig. 7.7), pentru ca măsurarea diametrului să fie concludentă şi totodată pentru a se pune în evidenţă şi erorile formei geometrice ale suprafeţei controlate, se impune că măsurarea să se facă într-un anumit număr de secţiuni: I, II, III, IV şi V, în funcţie de lungimea suprafeţei (piesei) şi într-un anumit număr de direcţii de măsurare: 1, 2, 3 şi 4.

În figura 7.6 este prezentată măsurarea suprafeţelor cilindrice exterioare

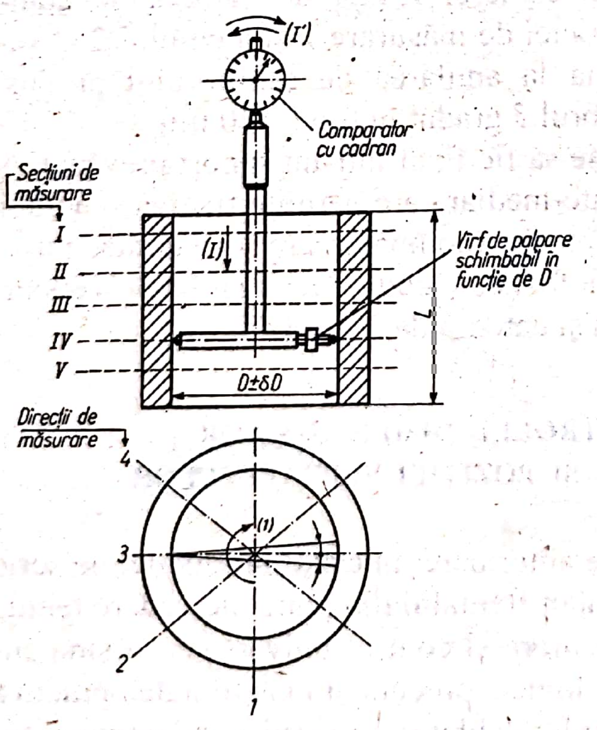


Fig. 7.7

Scanned with OKEN Scanner

(arborilor) cu ajutorul unui comparator cu cadran fixat într-un suport mecanic, iar în figura 7.7, măsurarea alezajelor cu ajutorul comparatoarelor de interior.

În figura 7.8 este prezentată schema de principiu constructiv-funcțională a comparatorului cu cadran, cu valoarea diviziunii egală cu 0.01 mm. Cu acest aparat măsurarea se face prin comparație (metoda comparativă), fiind necesară reglarea în prealabil la zero după o piesă etalon sau folosind blocuri de cale plan-paralele de dimensiune egală cu dimensiunea nominală a piesei de măsurat. Prin măsurare se vor pune în evidență abaterile efective, abateri care, pentru acceptarea piesei, trebuie să se încadreze în limitele prescrise.

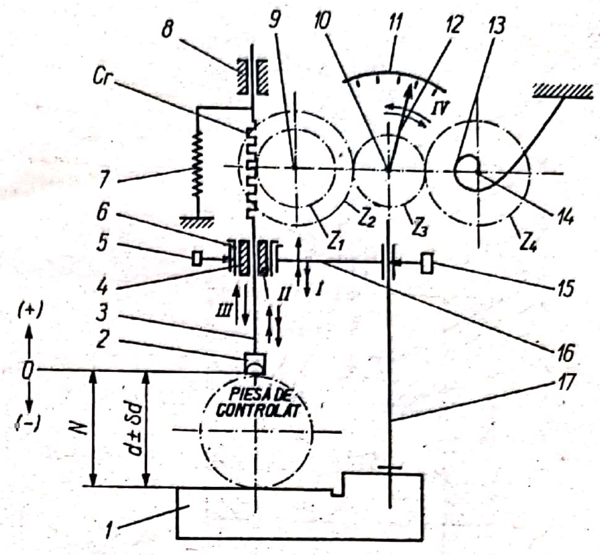


Fig. 7.8

Atunci când piesa are abateri pozitive (are diametrul $d_{ef} > N$), vârful de palpare *2* și deci tija *3* (fig. 7.8) se va ridica și ca atare prin cremaliera *C*, a tijei se va roti roata dințată z_1, împreună cu roata z_2, ambele roți fiind montate pe axul *8*. Roata z_2 o va antrena pe roata z_3 fixată pe axul *10* împreună cu acul indicator *12*. Acesta va indica în cadranul *11* abaterea efectivă pozitivă față de reglarea la zero. În mod asemănător se vor pune în evidență și abaterile egale cu zero sau negative. Contactul vârfului palpator *2* cu piesa de controlat este asigurat de către arcul *7* iar contactul pe aceleași flancuri ale roților dințate este asigurat de către arcul *13* prin intermediul roți dințate z_4 fixată pe același ax *14*.ca și arcul *13*. Tija *3* culisează cu joc imperceptibil în bucșele *4* și *8*. Brațul *4* al comparatorului, care are dimensiunea Φ8h6, se fixează în brațul suport *16* prin intermediul unei bucșe crestate (elastice) *6*, cu ajutorul șurubului *5*. Reglarea poziției comparatorului față de piesa de controlat se face cu ajutorul mișcărilor de reglare I și II, mișcările III și IV fiind pentru măsurare (fig. 7.8).

La comparatorul cu valoarea diviziunii de 0,001 mm singura deosebire constă în mărirea raportului de amplificare prin interpunerea în schemă a încă unui ax cu două roți dințate.

În figura 7.9 este prezentată schema de principiu a comparatorului de interior unde se observă că abaterile (+) față de reglarea la zero făcută, în prealabil, se pun în evidență, prin deplasarea spre stânga a vârfului de palpare *1*, sub acțiunea acului *11* care asigură forța de măsurare, prin intermediul tijei *6* și a pârghiei *4* articulată cu reperul *5*. Comparatorul *9* fixat în brațul *8* va sesiza deplasarea tijei *6* față de corpul fix *7*, deplasare cauzată de abaterile piesei de controlat față de dimensiunea de reglare egală cu dimensiunea nominală.

Reglarea la zero se poate face fie după piesă etalon, fie după un bloc de cale plan-paralele fixate într-un dispozitiv de construcție adecvată (fig. 7.10).

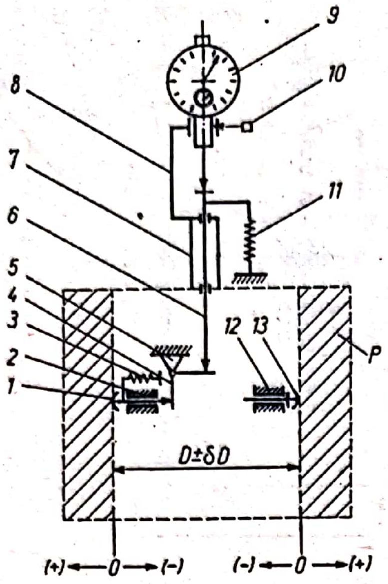


Fig. 7.9

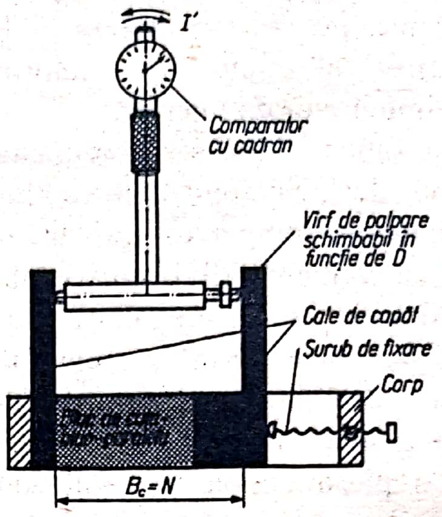


Fig. 7.10

În cadrul tehnologiilor moderne de control în locul comparatorului cu cadran (fig. 7.6....7.9) se pot utiliza traductoare de diferite tipuri (cu contacte electrice, inductive, pneumatice, pneumoelectrice etc.) sau se pot folosi dispozitive, aparate sau maşini de măsurat prevăzute cu sisteme de afişare a cotelor în direcție verticală, orizontală, pe două sau trei direcții, folosind traductoare tip inductosyn şi blocuri de afişare a cotelor tip NUMEROM.

Pentru producția de serie de masă, în scopul măririi productivității controlului, în cele cinci secțiuni de măsurare I ... V (fig. 7.6) se poate plasa, de exemplu, câte un traductor inductiv, traductoare care se pot conecta la un calculator electronic prin intermediul unei interfețe. Calculatorul, în baza unui program, având dimensiunea (dimensiunile) şi abaterile limită prescrise şi primind în procesul de control abaterile sau dimensiunile efective în cele cinci secțiuni (sau pentru un anumit număr de cote), poate să dea rezultatul printr-un semnal anume (scris sau sonor – prin două melodii, una plăcută pentru piese bune şi cealaltă neplăcută pentru rebut).

Controlul se mai poate efectua şi cu ajutorul unui singur traductor, cu condiția ca piesa să fie prevăzută cu o mişcare de translație (*I*) şi cu o mişcare de rotație (*I*) (fig. 7.6).

În mod asemănător se poate proceda şi în cazul controlului alezajelor (fig. 7.7), obținându-se astfel semiautomatizarea sau automatizarea controlului dimensional şi formei geometrice la arbori şi alezaje.

Erorile de la planitate şi de la rectilinilitate pot fi puse în evidență prin: măsurare cu aparate de tipul comparatoarelor cu cadran sau a traductoarelor fixate în suporturi; cu ajutorul riglelor cu muchie activă rectilinie folosind fanta de lumină care are loc între muchia activă a riglei şi suprafața de controlat (fig. 7.11); sau folosind lere (calibre de interstițiu) (fig. 7.12).

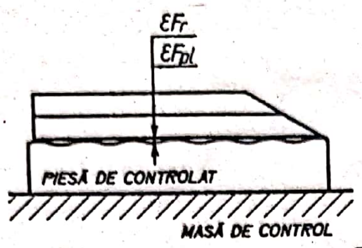


Fig. 7.11

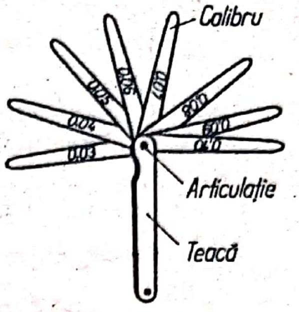


Fig. 7.12

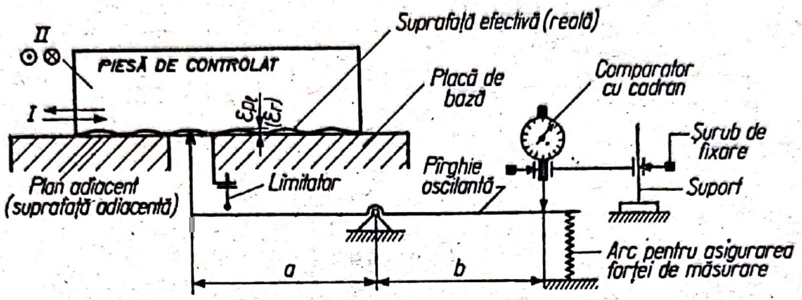


Fig. 7.13

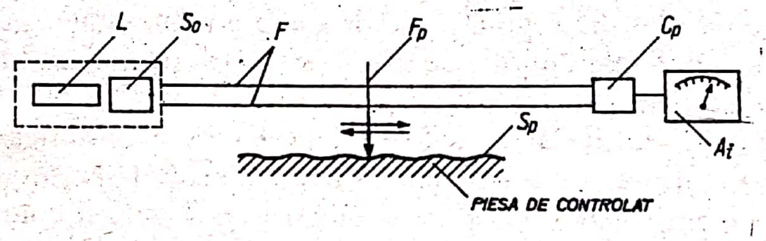


Fig. 7.14

Rectilinitatea şi planitatea se mai pot controla şi prin metoda petelor de contact (de vopsea) sau cu ajutorul nivelelor, lunetelor, dispozitivelor de control (fig. 7.13) sau, în ultima vreme, cu ajutorul interferometrelor LASER (fig. 7.14).

LASERUL L, sistemul optic S_0, capul palpator C_p şi aparatul indicator Ai sunt fixe. Două fascicule LASER paralele F alcătuiesc un etalon de rectilinitate.

Pentru măsurare, se deplasează fanta palpatoare F_p de-a lungul suprafeţei S_p şi a piesei de control. Prin deplasarea verticală a fantei f_p se modifică, intensitatea fasciculului în capul de palpare C_p şi puntea este dezechilibrată, măsurându-se astfel abaterea de la rectilinitate.

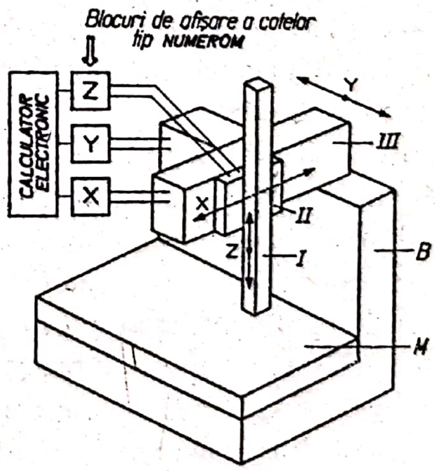


Fig. 7.15

În figura 7.15 este prezentată schema bloc a unui aparat de măsurat în coordonate AMC_e. Vârful palpator se ataşează la elementul I care se deplasează în direcţia verticală (axa Z),

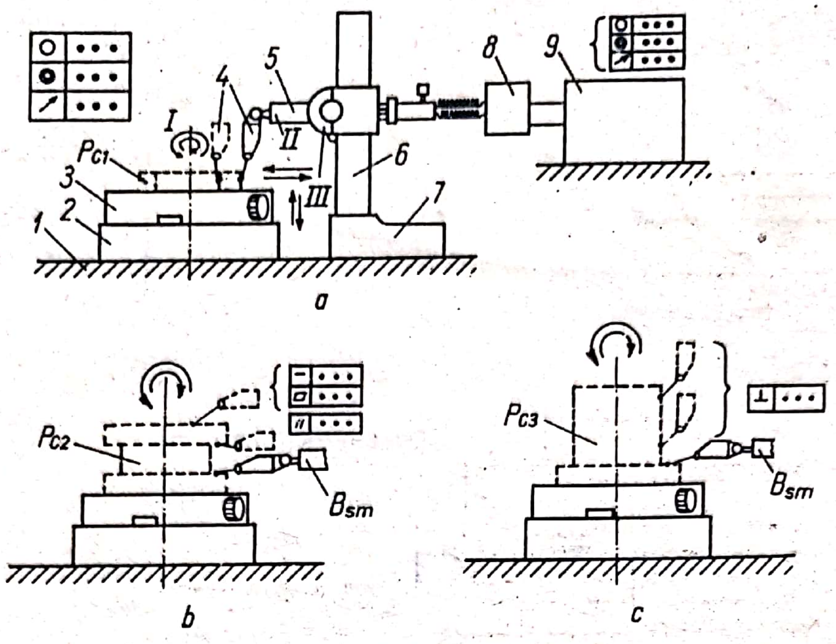


Fig. 7.16

sprijinindu-se de elementul *II*, care se deplasează în direcție orizontală (axa *Z*). Elementul *II* se sprijină, la rândul său, pe elementul *III*, care se deplasează, de asemenea, în plan orizontal, însă în direcția axei *Y*. Elementul *III* este sprijinit, numai la un capăt (construcție tip consolă), pe batiul *B* al aparatului

Piesele de controlat, de regulă piese de mare complexitate, fără a fi exclus controlul și al pieselor mai simple, se așază, pe masa *M* a aparatului, care este fixă (solidarizată cu batiul *B*).

Deplasările pe direcțiile *X*, *Y* și *Z* se fac pe lagăre gazostatice (pe pernă de aer sub presiune). Citirea acestor deplasări se face prin afișare de cotă folosind rigle de cursori de tip INDUCTOSYN și blocuri de afișare a cotelor liniare de tip NUMEROM. Livrarea aparatului se face cu calculator, ceea ce ușurează mult sarcina operatorului și conduce, totodată, la mărirea preciziei și productivității măsurării și controlului.

Palpatorii pot fi de construcție mecanică, de diferite forme constructive, în funcție de parametrul controlat (diametre, lungimi, distanța dintre axele alezajelor etc.) sau palpatori prevăzuți cu sistem de întrerupere a unor contacte electrice (în momentul atingerii piesei de măsurat). Această întrerupere este necesară în scopul limitării forței de măsurare.

În afară de tipul prezentat, în practică se mai întâlnesc și alte tipuri de AMC_c, ca de exemplu: tip portal mobil sau fix; tip coloană, cu braț orizontal mobil și masă fixă sau mobilă; tip pod rulant; construcție în consolă, cu ax vertical mobil și cu masă mobilă ș.a.

Tot din grupa aparatelor moderne, care permit controlul unui număr însemnat de parametri, sunt și cele cu masă rotativă *3* (fig. 7.16) și cu coloană fixă *6*, montată la un suport de bază *7* solidar cu batiul *1* al aparatului ca și partea fixă *2* a mesei rotative *3*. Aparatul indicator *4* care poate să fie de orice tip, dar de regulă de tip traductor inductiv, este montat la un braț de susținere mobil *5* și poate fi conectat, prin intermediul unei interfețe *8*, la un calculator electronic *9*.

În scopul măsurării şi controlului diferiţilor parametri, notaţi în cadrul figurilor 7.16, *a*, *b* şi *c*, la piesele de controlat P_{c1}, P_{c2}, P_{c3}, luate ca exemplu, sunt necesare mişcările *I*, *II*, *III* şi poziţionarea aparatelor indicatoare ca în figurile menţionate.

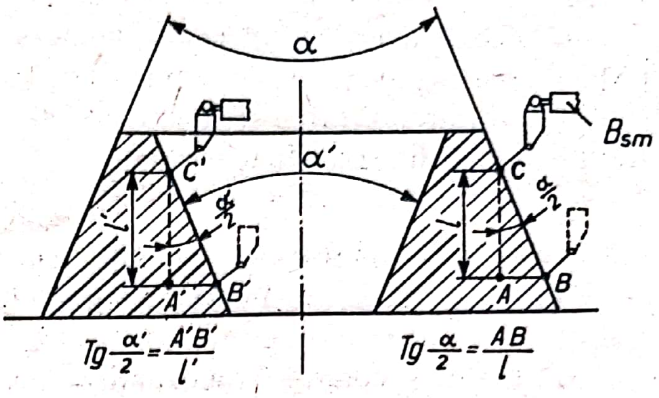


Fig. 7.17

Cu aparatul mai sus menţionat ca şi cu AMC_c mai pot fi măsuraţi şi controlaţi şi alţi parametri la o gamă foarte mare de piese, cum este cazul, de exemplu, şi al suprafeţelor conice exterioare şi interioare (măsurare indirectă) (fig. 7.17), sau al parametrilor preciziei de prelucrare la piesele de tip carcasă sau de un alt tip.

Din schema prezentată în figura 7.17 (triunghiurile *ABC* la măsurarea suprafeţelor conice exterioare şi triunghiul *A'B'C'* la măsurarea suprafeţelor conice interioare) rezultă:

$$\text{tg}\,\frac{\alpha}{2}=\frac{AB}{l}\ \text{sau}\ \text{tg}\,\frac{\alpha}{2}=\frac{A'B'}{l}, \tag{7.1}$$

unde cotele *AB* (*A'B'*) şi *l* pot fi citite direct cu ajutorul aparatului (fig. 7.16, *a* sau 7.15). Pentru aceasta, la contactul palpatorului aparatului cu suprafaţa conică în punctul *C* sau *C'* se apasă pe tasta blocurilor de afişare pentru direcţia de deplasare *X* şi *Z*, obţinându-se valoarea zero (originea) pentru cota *l* cât şi pentru cota *AB* sau *A'B'*. Apoi cu ajutorul deplasărilor *X* şi *Z* se palpează suprafaţa conică respectivă şi în punctul *B* sau *B'*, notându-se cotele $z = l$ şi $X = AB$ (sau *A'B'*). Valorile acestor cote se introduc în relaţia (7.1) şi se obţine unghiul $\frac{\alpha}{2}$ al suprafeţei conice palpate.

În cazul în care cu ajutorul unor limitatori de cursă (sau prin citire directă a deplasării *Z*) se asigură l = ct., din relaţia (7.1) rezultă:

$$X_{max}=AB_{max}=l\cdot\text{tg}\,\frac{\alpha_{max}}{2}\quad \text{şi}\ X_{min}=AB_{min}\,l\ \text{tg}\,\frac{\alpha_{min}}{2} \tag{7.2}$$

În acest caz, operatorul va observa dacă la măsurare cota *AB* (sau *A'B'*) se încadrează în valorile limită admisibile determinate de relaţile (7.2) fără a mai fi necesară efectuarea de calcule. Astfel măsurarea se face direct, cu productivitate şi precizie.

Facem precizarea că posibilităţile AMC_c sunt însă mult mai mari, ceea ce vine în sprijinul afirmaţiei că un astfel de aparat devine, din ce în ce mai mult, indispensabil fabricaţiei moderne a maşinilor şi utilajelor, în condiţiile unei calităţi şi competitivităţi ridicate, corespunzătoare actualului nivel al ştiinţei şi tehnicii.

Scanned with OKEN Scanner

În aceeaşi măsură sunt recomandate şi alte tipuri de aparate fabricate la I.M.F. – Bucureşti, I.A.U.C. – Bucureşti (Întreprinderea de Aparate şi Utilaje pentru Cercetare), precum şi de alte întreprinderi şi institute de cercetare ştiinţifică din ţară şi din străinătate.

7.1.4. MĂSURAREA ŞI CONTROLUL MICROGEOMETRIEI (RUGOZITĂŢII) SUPRAFEŢELOR

Măsurarea şi controlul rugozităţii se poate efectua prin următoarele metode şi procedee mai importante: compararea cu mostre etalon de rugozitate; metoda secţiunii luminoase folosind microscopul dublu Linnik-Schmaltz; metoda folosirii aparatelor inductive prin palparea suprafeţei piesei; metoda interferenţei luminii cu ajutorul microscopului de interferenţă ş.a.

Metoda inductivă este una din cele mai avantajoase metode de precizie, productivitate şi cost al operaţiilor de control al rugozităţii cât şi al operaţiilor de control dimensional, control al formei şi poziţiei suprafeţelor. Totodată, această metodă facilitează efectuarea controlului asistat de calculatorul electronic, mai ales la controlul multiparametru al pieselor de maşini.

Această metodă are la bază schema de principiu prezentată în figura 7.18, *a*. Acul *1* cu vârf de diamant, în contact cu suprafaţa piesei, fiind solidar cu miezul magnetic *4* se va deplasa la palparea rugozităţii în interiorul bobinei de inducţie *2* situată între polii unui magnet *5*. Astfel va lua naştere o tensiune electromotoare direct proporţională cu deplasarea (oscilarea) miezului magnetic, deplasare cauzată de adâncimea rugozităţii. Tensiunea de semnal, astfel obţinută, este introdusă în amplificatorul calibrat de integrare *6*, după care aparatul indicator *7*

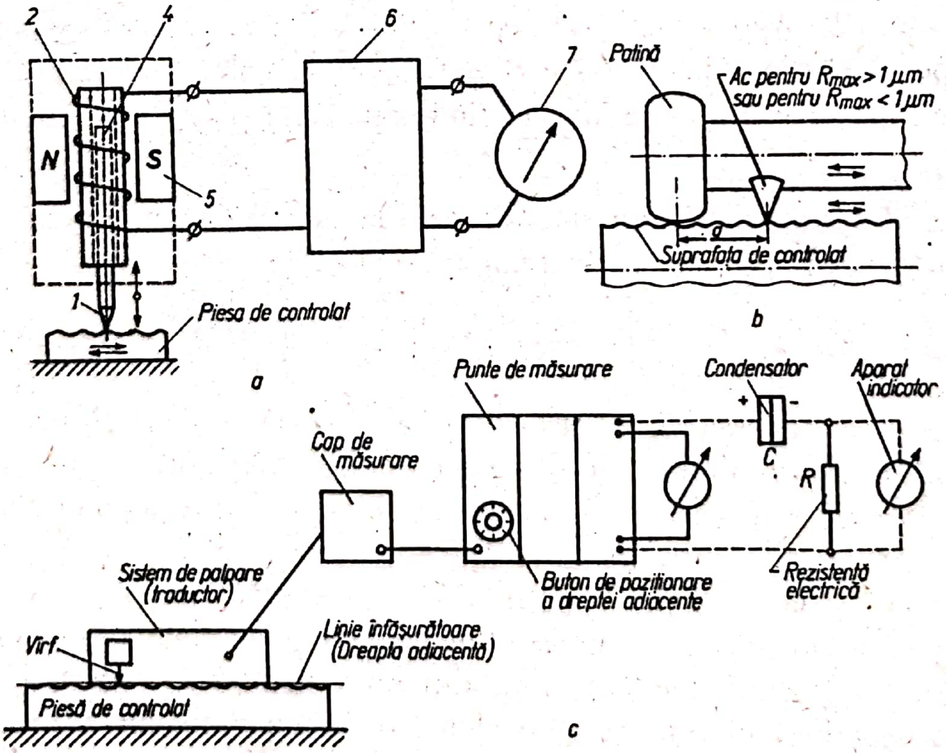


Fig. 7.18

pune în evidenţă parametrul R_a sau R_z al rugozităţii, cu valori ale diviziunii de 0,002; 0,004; 0,01; 0,02; 0,04; 0,1; 0,2; 0,4 µm în domeniul de măsurare al acestor aparate de inducţie, egal cu 0 la 100 µm.

În scopul măsurării rugozităţii, fără ca rezultatul măsurării să fie influenţat de erorile macrogeometrice ale suprafeţei considerate se impune ca sistemul de palpare să aibă forme şi dimensiuni adecvate.

În figura 7.18, *b* este prezentat modul de palpare în cazul aparatelor stabile de tip Talysurf sau de tip Surtronic, iar în figura 7.18, *c* în cazul aparatelor portabile de tip Perth-O-Metre, sau de tip Hommel Tester (pentru R_a = 0,3...10 µm) sau de tip Diavite ş.a.

Pentru o măsurare cât mai fidelă a rugozităţii este necesar ca distanţa „*d*“ dintre acul palpator şi porţiunea de contact a patinei cu suprafaţa de controlat să fie cât mai mică cu putinţă (fig. 7.18, *b*).

7.2. MĂSURAREA MĂRIMILOR CARACTERISTICE MECANICII ŞI A MĂRIMILOR ELECTRICE

Mărimile caracteristice mecanicii şi unităţilor de măsură fiind definite în STAS 737/8-73, iar multiplii preferenţiali în STAS 737/5-73, ne vom rezuma numai la nominalizarea mijloacelor utilizate mai frecvent la măsurarea şi controlul acestor mărimi (tab. 7.1) în scopul de a lua cunoştinţă, cu titlu informativ, despre acestea.

Tabelul 7.1

Măsurarea mărimilor caracteristice mecanicii

Mărimea de măsurat	Mijlocul de măsurare
Masele	Cântare: mecanice, electromecanice etc.
Forţe	Dinamometre: mecanice, hidraulice, electromecanice etc.
Duritatea	Aparate universale pentru măsurarea durităţii după metoda Brinell, Reckwell, Vickers etc. Microdurimetre etc.
Turaţia	Tahometre: stroboscoape; tahogeneratoare; traductori analogici, electromecanici cu contacte, electromagnetici; traductori capacitivi; traductori fotoelectrici etc.
Vibraţii	Tastografe, vibrografe, torsiografe, instalaţii electrice etc.
Zgomotul	Sonometre, instalaţii pentru măsurarea puterii sonore etc.
Timpul	Ceasuri mecanice, electromecanice, electronice cu indicaţie digitală sau cu indicaţie numerică

În baza aceleiaşi motivaţii, mijloacele pentru măsurarea şi controlul mărimilor electrice sunt nominalizate în tabelul 7.2.

În ultima vreme, mărimile electrice se măsoară, tot mai mult, utilizându-se sistemele de măsurare cu afişaj numeric, folosind convertoare de diferite tipuri.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 7.2

Măsurarea mărimilor electrice

Parametrul de măsurat	Mijlocul sau metoda de măsurare
Intensitatea curentului	Ampermetre de diferite tipuri Balometrul Fotoampermetrul Osciloscoape Termocuple Logometre etc.
Tensiunea electrică	Voltmetre de diferite tipuri (magnetoelectrice. feromagnetice. electrodinamice. cu inducție. termice. electrostatice. electronice etc.). Transformatoare de măsură a tensiunii Osciloscop catodic Măsurarea prin metoda compensării
Puterea electrică	Watmetre (electrodinamice. de inducție. electrostatice. termice) Metoda voltampermetrică (watmetrul termoelectric) Traductoare tip Hall Metoda celor trei instrumente (V. A. W) Metoda celor trei voltmetre. celor trei ampermetre Osciloscop catodic Voltmetre electronice
Măsurarea parametrilor circuitelor electrice	Ohmmetre Capacimetre Voltampermetre (V. A) Ampermetru și watmetru (A. W) Logometre Metoda teoremelor lui Kirchoff Metoda substituției Metoda rezistenței adiționale Metoda punților de măsură Metoda circuitelor dublu T etc. Punți de măsură (Punte Wheatstone)

În ultima vreme, mărimile electrice se măsoară, tot mai mult, utilizându-se sistemele de măsurare cu afișaj numeric, folosind convertoare de diferite tipuri.

De asemenea, cântarele electronice cu afișare a masei și a prețului mărfii cântărite (cumpărate) reprezintă una din caracteristicile unei cântăriri lipsite de subiectivismul operatorului și practicarea unui comerț civilizat. În general aparatura cu afișare de cotă face posibilă eliminarea erorii de paralaxă (fig. 6.4) și ușurează citirea. Asigură precizie de măsurare ridicată și ușurează efortul operatorului, scutindu-l de o serie de calcule așa după cum este cazul cântarelor electronice și al aparatelor și mașinilor de măsurare echipate cu calculator electronic.

În baza celor prezentate prin creșterea preciziei de măsurare (sau cântărire) sporirea condițiilor ergonomice și creșterea productivității operațiilor de măsurare și control au loc implicații de ordin calitativ și competitiv.

Scanned with OKEN Scanner

CUPRINS

Introducere 3

1. Conceptul de calitate 4
1.1. Importanța calității produselor pentru dezvoltarea economiei naționale 4
1.2. Rolul calității în asigurarea competitivității produselor în construcția de mașini 4
1.3. Reglementări privind standardizarea, metrologia și calitatea 8

2. Calitatea produselor și controlul acestora 13
2.1. Caracterul dinamic al calității 13
2.2. Indicatori de calitate 15
2.3. Metode pentru controlul calității 20

3. Fiabilitatea, mentenabilitatea și disponibilitatea produselor 53
3.1. Fiabilitate – $R(t)$ 53
3.2. Mentenabilitatea produselor – $M(t)$ 63
3.3. Disponibilitatea produselor – $A(t)$ 65

4. Metrologia 67
4.1. Obiectul metrologiei 67
4.2. Scurt istoric al metrologiei 67
4.3. Importanța măsurărilor pentru economia națională 68
4.4. Organizarea activității de asigurare metrologică 68
4.5. Unități de măsură 70

5. Noțiunea de precizie de prelucrare și parametrii acestei precizii 72
5.1. Definirea preciziei de prelucrare și principalii parametri ai acestei precizii 72
5.2. Influența negativă a erorilor de prelucrare asupra bunei funcționări a pieselor și subansamblelor de mașini și utilaje 76

6. Noțiuni de bază despre metodele și mijloacele de măsurare și control 79
6.1. Noțiunile de măsurare, control și cercetare 79
6.2. Principalele tipuri de metode și mijloace de măsurare și control 79
6.3. Indici metrologici și economici ai mijloacelor de măsurare 81
6.4. Erorile de măsurare și de prelucrare 83
6.5. Principiile de alegere a metodelor și mijloacelor de măsurare și control 89
6.6. Reguli de utilizare corectă și de întreținere a mijloacelor de măsurare și control 89

7. Măsurarea și controlul mărimilor geometrice, mecanice și electrice 91
7.1. Măsurarea mărimilor geometrice 91
7.2. Măsurarea mărimilor caracteristice mecanicii și a mărimilor electrice 101

Scanned with OKEN Scanner

Acest manual este proprietatea Ministerului Învățământului*				
Inspectoratul școlar al județului/municipiului .... Școala/Liceul .... Manualul nr.				
Anul	Numele elevului care a primit manualul	Anul în care s-a folosit	Starea manualului	
			la primire	la returnare
1				
2				
3				
4				
5				

• Profesorii trebuie să controleze dacă numele elevului este corect scris.

• Elevii cărora le este destinat manualul nu trebuie să facă nici un fel de notații pe pagini. Rugăm ca materialele să fie păstrate cât mai îngrijit.

• Starea manualului (la primire și la returnare) se va înscrie folosind termenii: nouă, bună, îngrijită, nesatisfăcătoare, proastă.

---

*) Se completează numai pentru exemplarele distribuite gratuit.

Scanned with OKEN Scanner